

Aus dem Institut für Pathologie
der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Gesundheitsökonomische Evaluation eines Telemedizinssystems für die präklinische Notfallrettung bei Verkehrsunfällen in Deutschland

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor rerum medicarum (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
der Charité – Universitätsmedizin Berlin

von
Holger Auerbach
aus München

Gutachter:

1. Prof. Dr. med. M. Dietel
2. Prof. Dr. W. Hendricks
3. Prof. Dr. med. C. Spies

Datum der Promotion: 20. März 2006

Kurzfassung

Aufgabenstellung: Die Europäische Kommission strebt an, die Zahl der Getöteten im Straßenverkehr in der EU bis zum Jahr 2010 zu halbieren, unter anderem durch Einsatz von Telemedizin in der präklinischen Notfallrettung. Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der Kosten-Wirksamkeit von Telemedizinssystemen für die präklinische Notfallrettung bei Verkehrsunfällen in Deutschland.

Methodik: Aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen werden drei Varianten eines Telemedizinssystems mit dem Status Quo in Deutschland, das heißt dem „Nicht-Einsatz von Telemedizin“ in der präklinischen Notfallrettung, verglichen. Die Analyse erfolgt auf Basis retrospektiv erhobener Daten für einen Zeithorizont von zehn Jahren. Berücksichtigt werden Systemkosten, Kosten der Personenschäden und Strukturkosten des Rettungsdienstes. Diese werden diskontiert und nicht inflationsbereinigt. Der Nutzen wird mittels gewonnener Lebensjahre durch die Verkürzung des therapiefreien Intervalls und die Verbesserung der Laienhilfe gemessen. Aufgrund der Uneinheitlichkeit der Daten werden Annahmen und Abschätzungen getroffen.

Ergebnis: Im Basisergebnis ist der Kosten-Wirksamkeits-Quotient für die Variante „Telemedizin für Laienhelfer“ (299.366 € pro gewonnenes Lebensjahr) höher als für die Variante „Automatische Unfallmeldung“ (247.977 € pro gewonnenes Lebensjahr). Den besten Kosten-Wirksamkeits-Quotient erzielt die Vollausstattung mit 239.524 € pro gewonnenem Lebensjahr. Im Rahmen von multivariaten Sensitivitätsanalysen (best und worst case scenario) wird festgestellt, dass eine Senkung der Systemkosten die Gesamtkosten überproportional reduziert und dass durch eine schnelle Marktdurchdringung der Kosten-Wirksamkeits-Quotient des Telemedizinssystems deutlich verbessert werden kann.

Fazit: Für alle drei Varianten des Telemedizinssystems werden hohe Kosten pro gewonnenes Lebensjahr erwartet. Eine Einführung dieser Systeme erscheint nur in einer abgestimmten europäischen Vorgehensweise realistisch.

Schlagwörter

Gesundheitsökonomie

Kosten-Nutzen-Analyse

Telemedizin

Verkehrsunfall

Abstract

Objective: Since the European Commission set a goal of reducing the number of road accident deaths across the EU by 2010 to one half, the use of telemedicine for pre-clinical traffic accident emergency rescue is very high on the agenda. The purpose of this study is to assess the cost-effectiveness of telemedical devices for pre-clinical traffic accident emergency rescue in Germany.

Methods: Three telemedical devices are compared from the perspective of society and health insurance with baseline assumptions in Germany, i.e. the non-application of telemedicine in pre-clinical emergency rescues. The analysis is based on retrospective statistical data covering a period of ten years. Costs resulting from telemedical device, personal injury, wasted journeys and erroneous dispatching of rescue services are discounted and not adjusted for inflation. The outcome is measured in terms of "life years gained" by reducing therapy-free intervals and improvements in first-aid provided by laypersons. Due to the uncertainty of data, certain assumptions and estimates are necessary.

Results: In the base case scenario the cost-effectiveness ratio of the device "Telemedicine for laypersons" (€ 299,366 per life year gained) would be higher than of the "Automatic Accident Alert" (€ 247,977 per life year gained). The full equipment device has the best cost-effectiveness ratio (€ 239,524 per life year gained). Multi-way sensitivity-analysis with best and worst case scenarios show that decreasing costs of telemedical device would disproportionately reduce total costs, and that rapid market penetration would largely increase the cost-effectiveness ratio of the devices.

Conclusion: The net costs per life year gained in the application of the three telemedical devices are estimated as quite high. The implementation of the devices seems only realistic as part of a larger European co-ordinated initiative.

Keywords

Economics of health care

Cost-benefit analysis

Telemedicine

Traffic accident

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XIII
1 Einleitung	1
1.1 Verkehrsunfälle in Deutschland	1
1.2 Beschreibung des Rettungswesens allgemein und in Bezug auf die Leistungen bei Verkehrsunfällen	4
1.2.1 Beschreibung des Rettungsdienstes in Deutschland	4
1.2.2 Leistungsdaten des Rettungsdienstes bei Verkehrsunfällen	10
1.3 Herausforderungen in der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen	11
1.3.1 Beschreibung der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen	11
1.3.2 Probleme und Schwachstellen der präklinischen Notfallrettung	12
1.4 Möglicher Lösungsansatz „Telemedizin“ und europäische Aktivitäten in der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen	16
2 Herleitung der Aufgabenstellung	21
3 Methodik	27
3.1 Methodische Grundlagen der gesundheitsökonomischen Evaluation	27
3.1.1 Charakterisierung der gesundheitsökonomischen Evaluation	27
3.1.2 Grundformen der gesundheitsökonomischen Evaluation	28
3.2 Prinzipien und Schrittfolge der gesundheitsökonomischen Evaluation	31
3.2.1 Studienform	32
3.2.2 Alternativenwahl	32
3.2.3 Perspektiven	32
3.2.4 Datenquellen	33
3.2.5 Kostenermittlung	33
3.2.6 Nutzenermittlung	35
3.2.7 Zeithorizont, Diskontierung und Inflationsbereinigung	36
3.2.8 Basisergebnis	37
3.2.9 Sensitivitätsanalyse	38
3.2.10 Ergebnisbeurteilung	39

4 Ergebnisbeschreibung	41
4.1 Studienform	41
4.1.1 Auswahl und Beschreibung der Studienform	41
4.1.2 Begründung der Auswahl der Studienform	41
4.2 Alternativenwahl	43
4.2.1 Referenzobjekt	43
4.2.2 Vergleich mit alternativen Anwendungsstrategien	44
4.3 Perspektiven	44
4.3.1 Sichtweise der Gesellschaft	45
4.3.2 Sichtweise der Krankenkassen	45
4.4 Datenquellen.....	46
4.5 Kostenermittlung.....	48
4.5.1 Kosten des Telemedizinssystems.....	49
4.5.2 Kosten der Personenschäden	53
4.5.3 Strukturkosten im Rettungsdienst	64
4.6 Nutzenermittlung.....	71
4.6.1 Festlegung der Nutzenparameter	72
4.6.2 Bestimmung der Maßeinheiten	72
4.6.3 Definition der Bewertungsmaßstäbe	73
4.6.4 Nutzenmessung	84
4.7 Zeithorizont, Diskontierung und Inflationsbereinigung	92
4.8 Basisergebnis	93
4.8.1 Vorgehensweise und Berechnung der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten	93
4.8.2 Annahmen und Berechnungsgrundlagen.....	93
4.8.3 Ergebnis	95
4.9 Sensitivitätsanalyse	103
4.9.1 „Best case scenario“	104
4.9.2 „Worst case scenario“	106
4.9.3 Vergleich der Szenarien	108
4.10 Ergebnisbeurteilung.....	111
4.10.1 Vergleich der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten anhand der Ausstattungsvarianten	111
4.10.2 Vergleich der Kosten- und Nutzensausprägungen über die Perspektiven	113
4.10.3 Interpretation von maßgeblichen Einflussfaktoren	118

5 Diskussion	121
5.1 Diskussion der Annahmen und Festlegungen.....	121
5.1.1 Auswahl der Kosten-Wirksamkeits-Analyse als Studienform	121
5.1.2 Festlegung des Status Quo als Referenzobjekt und der Ausstattungsvarianten als alternative Anwendungsstrategien	122
5.1.3 Berücksichtigung der Gesellschafts- und Krankenkassensicht	122
5.1.4 Nutzung retrospektiv erhobener Daten	123
5.1.5 Annahmen, Festlegungen und Einschränkungen bei der Kostenermittlung	124
5.1.6 Überlegungen und Neuberechnungen zur Nutzenermittlung.....	128
5.1.7 Betrachtungszeitraum von zehn Jahren mit Diskontierung und ohne Inflationsbereinigung	138
5.2 Diskussion der methodischen Grundlagen für Basisergebnis und Sensitivitätsanalyse	139
5.2.1 Basisergebnis	139
5.2.2 Sensitivitätsanalyse	139
5.3 Diskussion der Ergebnisse des Szenarienvergleiches.....	140
5.3.1 Kosten- und Nutzensausprägungen und Kosten-Wirksamkeits-Quotienten	140
5.3.2 Gegenüberstellung der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten des Telemedizinsystems mit alternativen Maßnahmen und Technologien	143
5.4 Ausgestaltungsempfehlungen für ein Telemedizinsystem und Diskussion der Realisierungschancen	145
5.4.1 Grundvoraussetzungen	146
5.4.2 Finanzierung des Telemedizinsystems	147
5.4.3 Ausgestaltung des Telemedizinsystems unter Nutzenaspekten.....	152
5.4.4 Fazit der Ausgestaltungsempfehlungen und Ausblick in die Zukunft.....	153
6 Zusammenfassung.....	157
Literaturverzeichnis	163
Erklärung über Selbständigkeit	175

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zahl der Getöteten und Verletzten im Straßenverkehr, Kraftfahrzeugbestand und Fahrleistungen in Deutschland 1970 bis 2003	2
Abbildung 2:	Getötete im Straßenverkehr in Deutschland 1970 bis 2002.....	2
Abbildung 3:	Entwicklung des fahrleistungs- und bevölkerungsbezogenen Risikos in Deutschland 1991 bis 2003	3
Abbildung 4:	Entwicklung der Kosten durch Verkehrsunfälle 1995 bis 2002	3
Abbildung 5:	Rettungskette.....	5
Abbildung 6:	Teilzeiten und Zeitabschnitte im organisatorischen Rettungsablauf	8
Abbildung 7:	Präklinische Notfallrettung bei Verkehrsunfällen	12
Abbildung 8:	Struktur-, Prozess- und Ergebnisprobleme in der präklinischen Notfallrettung.....	12
Abbildung 9:	Einsatz des Telemedizinsystems in der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen	24
Abbildung 10:	Bestandteile der Wirtschaftlichkeit.....	28
Abbildung 11:	Komponenten im Input-Prozess-Outcome-System	28
Abbildung 12:	Schrittfolge der durchzuführenden gesundheitsökonomischen Evaluation.....	32
Abbildung 13:	Ermittlung des Kosten-Nutzen-Ergebnisses einer medizinischen Maßnahme oder Technologie	38
Abbildung 14:	4-Felder-Matrix zur Kosten-Wirksamkeit	43
Abbildung 15:	Struktur der Unfallkostenträger in Deutschland.....	46
Abbildung 16:	Vorgehensweise bei der Kostenermittlung für den Einsatz des Telemedizinsystems	49
Abbildung 17:	Berechnungsmodell BAST.....	53
Abbildung 18:	Vorgehensweise bei der Nutzenermittlung für den Einsatz des Telemedizinsystems	71
Abbildung 19:	Handelnde Personen, Maßnahmen und Zeiten in der Notfallrettung	74
Abbildung 20:	Vorgehensweise bei der Abschätzung der Bewertungsmaßstäbe für die Nutzenermittlung und Ergebnisse.....	84
Abbildung 21:	Formel zur Berechnung: Barwert Kosten und Nutzen	92
Abbildung 22:	Vorgehensweise der Kosten-Wirksamkeits-Analyse des Telemedizinsystems	93
Abbildung 23:	Berechnung: Kosten-Wirksamkeits-Quotient.....	93
Abbildung 24:	Barwerte für Kosten- und Nutzenbewertungen nach Ausstattungsvarianten im Basisergebnis über zehn Jahre aus Gesellschaftssicht, Hauptrechnung.....	99
Abbildung 25:	Barwerte für Kosten- und Nutzenbewertungen nach Ausstattungsvarianten im Basisergebnis über zehn Jahre aus Krankenkassensicht, Hauptrechnung; Nutzenparameter: Reduzierung Getötete.....	99
Abbildung 26:	Barwerte für Kosten- und Nutzenbewertungen nach Ausstattungsvarianten im Basisergebnis über zehn Jahre aus Krankenkassensicht, Hauptrechnung; Nutzenparameter: Reduzierung Schwerverletzte	100
Abbildung 27:	Gesellschaftssicht: Vergleich der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten zwischen „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“ für Barwerte im zehnten Jahr	112

Abbildung 28:	Krankenkassensicht: Vergleich der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten zwischen „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“ für Barwerte im zehnten Jahr	113
Abbildung 29:	Barwerte der Kosten- und Nutzensausprägungen (Nutzenparameter: Gewonnene Lebensjahre) nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Gesellschaft; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“	115
Abbildung 30:	Barwerte der Kosten- und Nutzensausprägungen (Nutzenparameter: Reduzierung Getötete) nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Krankenkassen; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“	117
Abbildung 31:	Barwerte der Kosten- und Nutzensausprägungen (Nutzenparameter: Reduzierung Schwerverletzte) nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Krankenkassen; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“	117
Abbildung 32:	Datengrundlage CDS 1997 bis 2003	131
Abbildung 33:	Formel zur logistischen Regressionsgleichung	132
Abbildung 34:	Auswirkungen einer hohen Marktdurchdringung für den Einsatz des Telemedizinssystems	149
Abbildung 35:	Vorschlag für Gestaltung einer Netzwerk-Allianz zur Realisierung des Telemedizinssystems	150

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kfz-Bestand und Verkehrsunfälle in Deutschland 2000 bis 2004	1
Tabelle 2:	Allgemeine Strukturdaten Rettungsdienst Deutschland 2000/ 2001	6
Tabelle 3:	Teilzeiten und Zeitabschnitte im Rettungsdienst 2000/ 2001	8
Tabelle 4:	Ausgaben für die Kategorie Rettungsdienst 1992 bis 2003	10
Tabelle 5:	Leistungsdaten des Rettungsdienstes bei Verkehrsunfällen 2000/ 2001.....	10
Tabelle 6:	Teilzeiten und Zeitabschnitte im Rettungsdienst bei Verkehrsunfällen 2000/ 2001	11
Tabelle 7:	Funktionsbeschreibung der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“	25
Tabelle 8:	Funktionsbeschreibung der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“	25
Tabelle 9:	Grundformen der gesundheitsökonomischen Evaluationen.....	29
Tabelle 10:	Kosten- und Nutzenparameter im Input-Prozess-Outcome-System	31
Tabelle 11:	Kostenbeispiele nach Zurechenbarkeit und Tangibilität.....	33
Tabelle 12:	Empfehlungen für Bewertungsmaßstäbe	34
Tabelle 13:	Nutzenbeispiele nach Zurechenbarkeit und Tangibilität.....	36
Tabelle 14:	Datenquellen	47
Tabelle 15:	Stückpreise der Ausstattungsvarianten des Telemedizinsystems	52
Tabelle 16:	Bewertungsmaßstäbe des Berechnungsmodells BAST	53
Tabelle 17:	Definition der Kostenparameter	54
Tabelle 18:	Kostenparameter der Personenschäden 1994	56
Tabelle 19:	Unfallkosten gesamt 2002	59
Tabelle 20:	Entwicklung der Gesundheitsausgaben in Deutschland	59
Tabelle 21:	Fortgeschriebene direkte/ indirekte Kostenparameter der Personenschäden aus Sicht der Krankenkassen 2002.....	59
Tabelle 22:	Direkte und indirekte Unfallkosten der Personenschäden für Krankenkassen	60
Tabelle 23:	Berechnung der relevanten Ausfallmonate 1994	61
Tabelle 24:	Ausfallmonate pro Schwer- und Leichtverletzte 1994	62
Tabelle 25:	Verletzte Personen bei Verkehrsunfällen 2002	62
Tabelle 26:	Anteile der Unfallopfer nach Geschlechtern 1994	62
Tabelle 27:	Anteile der erwerbstätigen Unfallopfer nach Geschlechtern 1994	63
Tabelle 28:	Krankengeld pro verletztes Unfallopfer 2002	63
Tabelle 29:	Kosten Personenschäden aus Sicht der Gesellschaft 2002	63
Tabelle 30:	Kosten Personenschäden aus Sicht der Krankenkassen 2002	64
Tabelle 31:	Fehlfahrtenquote im öffentlichen Rettungsdienst 1998 und 2000	66
Tabelle 32:	Entwicklung Verkehrsunfälle, verunglückte Personen und Einsatzfahrten 1998 bis 2002	67
Tabelle 33:	Ausgabevolumen der Krankenversicherungen für Rettungsdienst für Verkehrsunfälle 2002	68

Tabelle 34:	Vermeidbare Kosten für Fehlfahrten beim Einsatzanlass Verkehrsunfall 2002	68
Tabelle 35:	Vermeidbare Gesamtkosten durch verbesserte Disposition	70
Tabelle 36:	Einsparpotential der Strukturkosten im Rettungsdienst 2002	71
Tabelle 37:	Übersicht Literaturrecherche zur Verkürzung des therapiefreien Intervalls	77
Tabelle 38:	Ergebnis der logistischen Regression für Unfallfolge „Überleben“	80
Tabelle 39:	Berechnung des Nutzenpotentials für Unfallfolge „Überleben“ bei „immer Laienhilfe“	81
Tabelle 40:	Berechnung des Nutzenpotentials für Unfallfolge „Überleben“ bei „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ und angemessener Qualität der Laienhilfe	83
Tabelle 41:	Durchschnittsalter der männlichen und weiblichen Unfallopfer in den Altersgruppen 2002	85
Tabelle 42:	Durchschnittliche Lebenserwartung der männlichen und weiblichen Unfallopfer in den Altersgruppen 2002	85
Tabelle 43:	Getötete und verletzte Unfallopfer nach Alters- und Benutzergruppen 2002	86
Tabelle 44:	Verringerung der getöteten Pkw-Insassen durch die automatische Unfallmeldung 2002	87
Tabelle 45:	Gewonnene Lebensjahre durch die automatische Unfallmeldung 2002	88
Tabelle 46:	Verringerung der getöteten Pkw-Insassen durch die Verbesserung der Laienhilfe 2002	88
Tabelle 47:	Gewonnene Lebensjahre durch die Verbesserung der Laienhilfe 2002	89
Tabelle 48:	Gewonnene Lebensjahre durch die „Vollausstattung“ des Telemedizinsystems 2002	89
Tabelle 49:	Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ nach Ausstattungsvarianten	90
Tabelle 50:	Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ nach Ausstattungsvarianten 2002	91
Tabelle 51:	Annahmen für Basisergebnis in Bezug auf die drei betrachteten Ausstattungsvarianten	94
Tabelle 52:	Annahmen für Basisergebnis in Bezug auf die Unfallopfer	94
Tabelle 53:	Einsparpotentiale und Mehrkosten bei Personenschäden, Basisergebnis	95
Tabelle 54:	Basisergebnis aus Gesellschaftssicht im ersten Jahr	95
Tabelle 55:	Basisergebnis aus Krankenkassensicht im ersten Jahr	96
Tabelle 56:	Kosten- und Nutzenbewertungen über Zeithorizont nach Ausstattungsvarianten aus Gesellschaftssicht für Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“	97
Tabelle 57:	Kosten- und Nutzenbewertungen über Zeithorizont nach Ausstattungsvarianten aus Krankenkassensicht für Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“	98
Tabelle 58:	Barwert der Kosten- und Nutzenparameter und Kosten-Wirksamkeits-Quotient pro gewonnenes Lebensjahr im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Gesellschaftssicht; Basisergebnis	101
Tabelle 59:	Barwert der Kosten- und Nutzenparameter und Kosten-Wirksamkeits-Quotient pro reduzierten Getöteten beziehungsweise Schwerverletzten im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Krankenkassensicht; Basisergebnis	102
Tabelle 60:	Parametervariationen der Sensitivitätsanalyse	103
Tabelle 61:	„Best case scenario“ aus Gesellschaftssicht im ersten Jahr	105

Tabelle 62:	„Best case scenario“ aus Krankenkassensicht im ersten Jahr	106
Tabelle 63:	„Worst case scenario“ aus Gesellschaftssicht im ersten Jahr	107
Tabelle 64:	„Worst case scenario“ aus Krankenkassensicht im ersten Jahr	108
Tabelle 65:	Barwert der Kosten- und Nutzenparameter im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Gesellschaftssicht; „best case scenario“ und „worst case scenario“	109
Tabelle 66:	Barwert der Kosten- und Nutzenparameter im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Krankenkassensicht; „best case scenario“ und „worst case scenario“	110
Tabelle 67:	Kosten-Wirksamkeits-Quotienten für „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“ aus Sicht der Gesellschaft für Barwerte im zehnten Jahr: Kosten pro gewonnenem Lebensjahr	111
Tabelle 68:	Kosten-Wirksamkeits-Quotienten für „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“ aus Sicht der Krankenkassen für Barwerte im zehnten Jahr: Kosten pro reduzierten Getöteten beziehungsweise Schwerverletzten	112
Tabelle 69:	Barwerte der Kostenausprägung im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“	114
Tabelle 70:	Barwerte der Nutzensausprägung (Hauptrechnung) im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“	114
Tabelle 71:	Auswirkungen der Veränderung von maßgeblichen Einflussfaktoren; „best guess scenario“; Barwerte der Hauptrechnung im zehnten Jahr; „Vollausstattung“	118
Tabelle 72:	Benutzungsentgelte Bayerisches Rotes Kreuz 2004 und 2005	127
Tabelle 73:	Feuerwehrbenutzungsgebühren in Berlin für Tätigkeiten im Rettungsdienst 2004	127
Tabelle 74:	Einbezogene Variablen der empirischen Untersuchung	130
Tabelle 75:	Ergebnis der logistischen Regression für Unfallfolge „Überleben“	132
Tabelle 76:	Berechnung des Nutzenpotentials für Unfallfolge „Überleben“ durch Verkürzung des therapiefreien Intervalls	134
Tabelle 77:	Nutzen und Kosten-Nutzen-Faktor von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit	143
Tabelle 78:	League-Tabelle der Kosten eines zusätzlichen QALYs	144
Tabelle 79:	Grundvoraussetzungen für den Einsatz des Telemedizinsystems	146
Tabelle 80:	Ausgestaltungsempfehlungen aus Kostengesichtspunkten	150
Tabelle 81:	Barwert der Nutzenparameter (nicht-diskontiert) im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten; Basisergebnis	158
Tabelle 82:	Basisergebnis der Kostenparameter aus Gesellschaftssicht nach Ausstattungsvarianten im ersten Jahr	159
Tabelle 83:	Barwert der Kostenparameter (diskontiert) im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Gesellschaftssicht; Basisergebnis	159
Tabelle 84:	Kosten-Wirksamkeits-Quotienten der Barwerte der Kosten- und Nutzenparameter im zehnten Jahr aus Sicht der Gesellschaft (Kosten pro gewonnenes Lebensjahr) und der Krankenkassen (Kosten pro reduzierten Getöteten beziehungsweise Schwerverletzten) nach Ausstattungsvarianten; Basisergebnis	160

Abkürzungsverzeichnis

ABS	Anti-Blockier-System
ACN	Automatic Crash Notification
AIDER	Accident Information Driver Emergency Rescue
AU	Arbeitsunfähigkeit
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BMGS	Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung
CDS	Crashworthiness Data System
Destatis	Statistisches Bundesamt, Deutschland
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
EU	Europäische Union
FAT	Forschungsvereinigung Automobiltechnik
FwBenGebO	Feuerwehrbenutzungsgebührenordnung
GCS	Glasgow Coma Scale
GES	General Estimates System
GIDAS	German-In-Depth-Accident-Study
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communication
HTA	Health Technology Assessment
ISS	Injury Severity Score
k.A.	keine Angaben
KTW	Krankentransportwagen
LV	Leichtverletzte
M.d.E.	Minderung der Erwerbsfähigkeit
MAIS	Maximum Abbreviated Injury Scale
NASS	National Automotive Sampling System
NAW	Notarztwagen
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NHS	National Health Service
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
NICE	National Institute for Health and Clinical Excellence
NOA	Privat-Pkw mit Arzt besetzt
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OR	odds ratio
p.a.	per anno
PDA	Personal Digital Assistant
PKV	Private Krankenversicherung

Pkw	Personenkraftwagen
QALY	Quality Adjusted Life Year; qualitätsbereinigtes Lebensjahr
RTH	Rettungshubschrauber
RTW	Rettungstransportwagen
SGB	Sozialgesetzbuch
SPSS	Standard Package for Social Science
StVUnfStatG	Straßenverkehrsunfallstatistikgesetz
SV	Schwerverletzte
UDS	Unfalldatenschreiber
VDA	Verband der Automobilindustrie e.V.
vdak	Verband der Angestellten-Krankenkassen e.V.

1 Einleitung

1.1 Verkehrsunfälle in Deutschland

In Deutschland ereignen sich im Jahr 2002 circa 2,3 Mio. polizeilich erfasste Verkehrsunfälle, davon 362.054 mit Personenschäden. Insgesamt erleiden dabei 483.255 Personen Verletzungen, wovon 88.382 Personen schwerverletzt und 6.842 getötet werden [Destatis 2005; Destatis 2005A; Destatis 2005B]. Der volkswirtschaftliche Schaden in Folge von Verkehrsunfällen wird im Jahr 2002 mit circa 34 Mrd. € beziffert und teilt sich annähernd je zur Hälfte auf Personen- und Sachschäden auf [Höhnscheid 2004, S. 1]. In der nachfolgenden Tabelle sind dieser Sachverhalt und der Kfz-Bestand in Deutschland für die Jahre 2000 bis 2004 soweit verfügbar dargestellt.

Tabelle 1: Kfz-Bestand und Verkehrsunfälle in Deutschland 2000 bis 2004 [BVBW 2003; Destatis 2005A; Höhnscheid 2002/ 2004; Kraftfahrt-Bundesamt 2005; Kraftfahrt-Bundesamt 2005A]

	2000	2001	2002	2003	2004
Bestand an Kraftfahrzeugen (Mio.)	51,364	52,487	53,305	53,655	54,082
Zugelassene Personenkraftwagen (Mio.)	42,839	43,772	44,383	44,657	45,022
Neuzulassungen Personenkraftwagen (Mio.)	3,378	3,341	3,252	3,236	3,266
Verkehrsunfälle gesamt	2.350.227	2.361.384	2.289.474	2.259.567	k.A.
Verkehrsunfälle mit Personenschäden	382.949	375.066	362.054	354.534	k.A.
Verunglückte Personen	511.577	501.443	483.255	468.670	k.A.
Leichtverletzte	401.658	399.472	388.031	376.466	k.A.
Schwerverletzte	102.416	95.009	88.382	85.586	k.A.
Getötete	7.583	6.962	6.842	6.613	k.A.
Volkswirtschaftliche Kosten aufgrund der Personenschäden (Mrd. €)	18,9	17,6	17,02	k.A.	k.A.
Volkswirtschaftliche Kosten aufgrund der Sachschäden (Mrd. €)	16,7	16,9	16,75	k.A.	k.A.

Betrachtet man die gesamtdeutsche Entwicklung der Verkehrsunfälle im Zeitverlauf von 1970 bis 2003, dann ist einerseits festzustellen, dass sich der Kfz-Bestand annähernd verdreifacht hat und die Fahrleistungen um 250% gestiegen sind. Die Verkehrssicherheitslage hat sich andererseits deutlich verbessert und die Zahl der Verkehrstoten ist im Zeitraum um 69% und die der Verletzten um 20% gesunken.

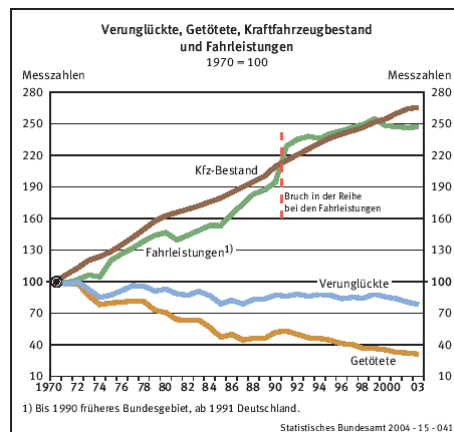


Abbildung 1: Zahl der Getöteten und Verletzten im Straßenverkehr, Kraftfahrzeugbestand und Fahrleistungen in Deutschland 1970 bis 2003 (1970 = 100) [Nicodemus 2004, S.7]

Für die alten Bundesländer ist die Zahl der Getöteten im Straßenverkehr von 19.193 im Vergleichsjahr 1970 auf 6.842 im Jahr 2002 zurückgegangen. Dieser Rückgang ist zum größten Teil auf Maßnahmen der Verkehrsicherheit und technische Entwicklungen der Fahrzeugsicherheit (aktive und passive Sicherheit) zurückzuführen.

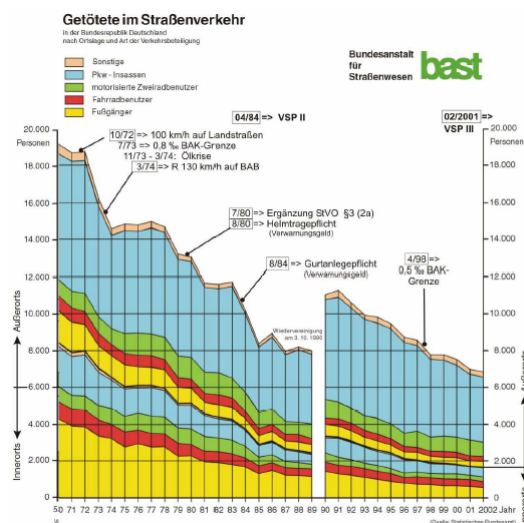


Abbildung 2: Getötete im Straßenverkehr in Deutschland 1970 bis 2002 [BVBW 2003, S.24]

Das bevölkerungsspezifische Risiko, im Straßenverkehr getötet zu werden, ist von 141 Getötete je 1 Mio. Einwohner im Jahr 1991 um circa 40% auf 85 Getötete je 1 Mio. Einwohner im Jahr 2002 gesunken. Auch in Bezug zur Fahrleistung ist das Risiko, getötet zu werden, um circa 45% gesunken.

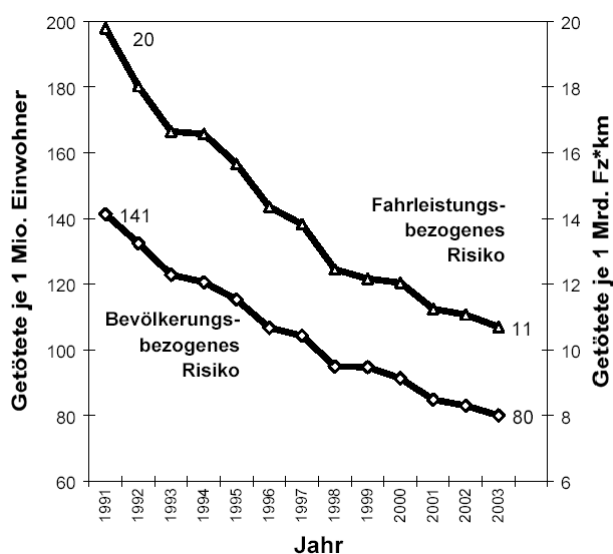


Abbildung 3: Entwicklung des fahrleistungs- und bevölkerungsbezogenen Risikos in Deutschland 1991 bis 2003 [BVBW 2003, S.26]

Die Zahl der gesamten polizeilich erfassten Verkehrsunfälle ist von 1991 von 2,31 Mio. auf 2,29 Mio. Unfälle im Jahr 2002 dagegen nur leicht gesunken. Der Rückgang ist dabei ausschließlich einem Rückgang der Unfälle mit Personenschäden zuzuschreiben, während die Zahl der Unfälle mit nur Sachschäden praktisch unverändert geblieben ist [BVBW 2003, S.24]. Diese Entwicklung spiegelt sich zum Teil auch in den volkswirtschaftlichen Kosten wieder: die Personenschäden gehen vor allem durch die Reduzierung der Getöteten zurück, dagegen steigt der Sachschadensaufwand der Kfz-Haftpflichtversicherung und die Schadensfälle der Versicherungen seit 1995 bis zum Jahr 2001 kontinuierlich an.

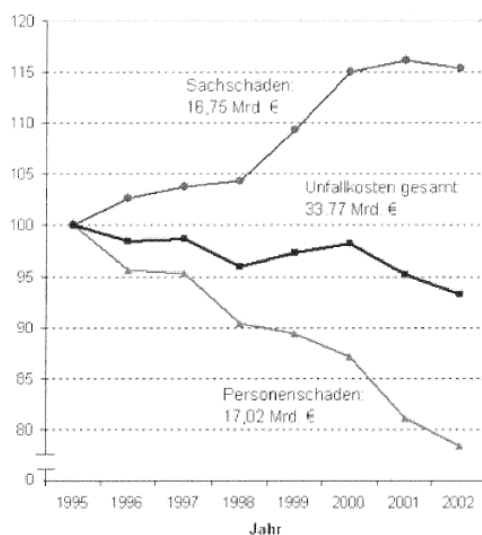


Abbildung 4: Entwicklung der Kosten durch Verkehrsunfälle 1995 bis 2002 (1995 = 100) [Höhnscheid 2004, S.2]

1.2 Beschreibung des Rettungswesens allgemein und in Bezug auf die Leistungen bei Verkehrsunfällen

Für die betroffenen und verletzten Unfallopfer ist es von entscheidender Bedeutung, dass sie schnellstmöglich einer suffizienten medizinischen Versorgung zugeführt werden und dies ist neben den Maßnahmen der aktiven (Vermeidung des Unfalls; zum Beispiel ABS) und passiven (Verminderung der Unfallfolgen; zum Beispiel Airbag und Sicherheitsgurt) Verkehrssicherheit die dritte Möglichkeit zur Reduzierung möglicher Unfallfolgen. In Deutschland wird dabei nach dem Motto „stay and play“ verfahren. Zunächst wird durch das Notfallrettungspersonal eine bestmögliche medizinische Versorgung am Unfallort durchgeführt, anschließend werden die Verletzten zur Weiterbehandlung in ein geeignetes Krankenhaus eingeliefert [Koppenberg 2002, S.598ff.]. Nachfolgend wird zunächst der Rettungsdienst in Deutschland beschrieben und mit verfügbaren Zahlen und Daten unterlegt. Anschließend werden die Leistungsdaten des Rettungsdienstes für Verkehrsunfälle dargestellt.

1.2.1 Beschreibung des Rettungsdienstes in Deutschland

Abgrenzung und Aufgaben des Rettungsdienstes: Notfallrettung und Krankentransport

Der Rettungsdienst ist nach heutiger Rechtsauffassung dem Bereich der Daseinsvor- und Daseinsfürsorge sowie der Gefahrenabwehr zugeordnet, fällt gemäß Artikel 30 und Artikel 70 des Grundgesetzes in die grundsätzliche Regelungskompetenz der Länder und wird in deren Rettungsdienstgesetzen geregelt. Rettungsdienst wird unterteilt in Notfallrettung und Krankentransport.

Die Aufgaben der Notfallrettung umfassen bei Notfallpatienten, die sich in Lebensgefahr befinden oder bei denen schwere gesundheitliche Schäden zu befürchten sind, wenn sie nicht unverzüglich medizinische Hilfe erhalten [Rettungsdienstgesetz NRW § 2], die Durchführung lebensrettender Maßnahmen am Unfallort, die Herstellung der Transportfähigkeit und den Transport in ein geeignetes Krankenhaus. Notfallrettung bezeichnet damit eine zeitkritische, potenziell lebensrettende und damit gefahrenabwehrende Dienstleistung mit der Kernstrategie der Wiederherstellung und Stabilisierung von Vitalfunktionen [Brinkmann 2002, S.6/16]. Aus ökonomischer Perspektive ist dabei die Zeit ein limitationaler Produktionsfaktor, das heißt das medizinische Outcome hängt nicht nur von der Art und Qualität der Diagnose und Therapie ab, sondern ganz wesentlich von der Zeitspanne bis zur Einleitung adäquater Therapiemaßnahmen. Entsprechend ist es das Ziel der Notfallrettung, diese Zeitrestriktion zu lockern, um sicherzustellen, dass die Erhöhung beziehungsweise der Einsatz anderer Produktionsfaktoren (zum Beispiel medizinische Leistung) ein besseres medizinisches Outcome ermöglicht [Brinkmann 2002, S.14]. Die Notfallrettung durch den organisierten Rettungsdienst wird als integraler Bestandteil der Rettungskette gesehen, deren Glieder „Erste Hilfe“, „Notfallmeldung“, „Organisierter Rettungsdienst“ und „Krankenhaus“ ineinander greifen müssen, um eine optimale Versorgung des Notfallpatienten zu ermöglichen beziehungsweise zu gewährleisten. Dementsprechend umfasst die Notfallrettung alle Organisationsabläufe und medizinischen

Maßnahmen zwischen dem Eingang der Notfallmeldung in der Rettungsleitstelle und der Übergabe des Notfallpatienten an das Krankenhaus. Dabei gilt allerdings, dass die optimale Funktionsweise des Gesamtsystems durch das schwächste Glied der Kette limitiert wird [Schmiedel 2002, S.13/114].

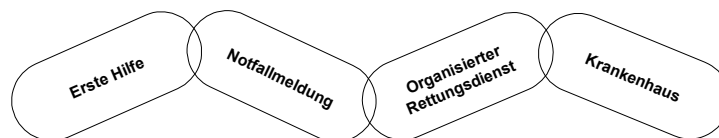


Abbildung 5: Rettungskette [Schmiedel 2002, S.13]

Der Krankentransport hat die Aufgabe, kranke, verletzte und anderweitig hilfsbedürftige Personen, die keine Notfallpatienten sind, fachgerecht zu betreuen [Rettungsdienstgesetz NRW § 2] und zu befördern und dementsprechend liegt hier keine vitale Bedrohung des Patienten vor. Im Vordergrund des qualifizierten Krankentransportes steht die Transportleistung und diese ist meist disponibel. Sogenannte Krankenfahrten (oder auch einfacher Krankentransport), die keiner fachlichen Betreuung bedürfen, sind nicht Aufgabe des Rettungsdienstes. Notfallrettung ist vom Krankentransport auch über die Benutzung von Sonderrechten auf der Anfahrt abzugrenzen [Brinkmann 2002, S.18; Institut für Wirtschaftsgeographie 1997, S.11; Schmiedel 2002, S.114].

Leistungen des Rettungsdienstes

Die Primärleistung des Rettungsdienstes besteht in der Veränderung des Gesundheitszustandes des Patienten und dementsprechend wird als Outcome des Rettungsdienstes die Rettung von Leben und die Stabilisierung von Gesundheit bezeichnet. Für die Erbringung der Primärleistung ist weiterer Mitteleinsatz notwendig, die so genannte Sekundärleistung. Diese umfasst die Kommunikations- (vor allem durch die Rettungsleitstelle), die Vorhalte- (das heißt die erforderliche Betriebs- und Einsatzbereitschaft) und die Einsatzleistung. Letztere besteht aus der Verkehrsleistung (Beförderung und Transport, inklusive Fehlfahrten) und der medizinischen Leistung (Anwendung der notfallmedizinischen Erkenntnisse durch Notfallrettungspersonal) [Schmiedel 1999, S.37].

Aus dieser Beschreibung wird ersichtlich, dass beim Krankentransport vor allem die Verkehrsleistung im Vordergrund steht, bei der Notfallrettung jedoch die Kommunikations-, Vorhalte- und medizinische Leistung. Für eine Darstellung der Leistungen des Rettungsdienstes in Deutschland wird auf *Tabelle 5* verwiesen.

Träger und Leistungserbringer des Rettungsdienstes

„Träger des öffentlichen Rettungsdienstes sind in der Mehrzahl der Flächenländer die Landkreise und kreisfreien Städte. (...) Die Träger sind verpflichtet, den Rettungsdienst flächendeckend und bedarfsgerecht sicherzustellen. Hierzu müssen sie den Rettungsdienst dergestalt organisieren, dass Rettungsmittel innerhalb einer in den meisten Bundesländern vorgegebenen Hilfsfrist (...) am Einsatzort eintreffen“ [Brinkmann 2002, S.34]. Der Rettungsdienst ist demnach von den Ländern meist

dezentralisiert und an die Kreisebene delegiert beziehungsweise in den Stadtstaaten ist der Träger das Land. Die Träger sind für die Sicherstellung der Versorgung verantwortlich und als Regulierer des Marktes für alle Aspekte der Marktordnung zuständig: Festlegung des Produktionsumfanges, der Technologie und des Marktzugangs einschließlich Aufsicht, Kontrolle und Entlohnung der Marktteilnehmer [Brinkmann 2002, S.34]. Dementsprechend entscheiden die Gebietskörperschaften in allen Ländern mit Strukturplanung beispielsweise über den Personal- und Kapitaleinsatz im Rettungsdienst, indem sie sowohl Zahl, Standort, Ausstattung und Besetzzeiten der Rettungswachen und -leitstellen als auch den Personal- und Sachmitteleinsatz bei den Verwaltungs-, Abrechnungs- und Überwachungsaufgaben bestimmen [Brinkmann 2002, S.135; Krauth 1999, S.408]. In der nachfolgenden Tabelle ist die rettungsdienstliche Infrastruktur in Deutschland für 2000/ 2001 dargestellt.

Tabelle 2: Allgemeine Strukturdaten Rettungsdienst Deutschland 2000/ 2001 [Behrendt 2003, S.501ff.; Schmiedel 2002A, S.3/13ff.]

	Strukturdaten
Rettungsleitstellen	Der Bestand liegt bei wenigstens 319 Leitstellen, wovon 80% als integrierte Leitstellen betrieben werden und jede fünfte Leitstelle ausschließlich rettungsdienstliche Aufgaben wahrnimmt.
Rettungswachen	Der Bestand umfasst mehr als 1.800 Rettungswachen, wovon rund 90% ständig besetzt sind.
Notarztstandorte	Der bodengebundene Rettungsdienst verfügt über mehr als 1.050 Notarztstandorte, wovon 87% als reines Rendezvous-System mit Notarzteinsatzfahrzeug und 9% als reines Stationssystem mit Notarztwagen organisiert sind. Zusätzlich gibt es 78 Luftrettungsstandorte.
Fahrzeugbestand	Der Bestand an Einsatz- und Reservefahrzeugen umfasst circa 7.700 Fahrzeuge, davon 44% Rettungswagen, 35% Krankentransportwagen, 15% Notarzteinsatzfahrzeuge und 4% Notarztwagen.
Fahrzeug-Vorhalteleistung	Die personell besetzt vorgehaltenen Jahresstunden betragen circa 38,2 Mio. Fahrzeug-Jahresstunden.
Personal	Insgesamt arbeiten 31.800 hauptamtliche Mitarbeiter im öffentlichen Rettungsdienst. Diese setzen sich aus circa 22.000 Rettungsassistenten, circa 8.800 Rettungssanitätern und circa 900 Sonstigen/ Auszubildenden zusammen. Daneben sind noch circa 4.200 Zivildienstplätze besetzt. Die Zahl der Notärzte beträgt circa 17.000.

Den Trägern des Rettungsdienstes ist es in den meisten Landesrettungsdienstgesetzen freigestellt, den Rettungsdienst unmittelbar staatlich zu produzieren oder an Dritte zur Durchführung zu übertragen. Die Leistungserbringer als „Durchführende des Rettungsdienstes sind entweder die kommunalen Träger mit ihren Feuerwehren oder von ihnen mit der Durchführung des Rettungsdienstes besonders Beauftragte. Mit der Durchführung des Rettungsdienstes beauftragt werden vor allem die vier großen Hilfsorganisationen (...). Daneben können mit der Durchführung des Rettungsdienstes auch private Krankentransportunternehmen beauftragt werden“ [Brinkmann 2002,

S.35]. Der Marktanteil für Deutsches Rotes Kreuz, Arbeiter-Samariter-Bund, Johanniter-Unfall-Hilfe und Malteser-Hilfsdienst liegt bei 75% (55% Marktanteil am Gesamtmarkt für Deutsches Rotes Kreuz) und den Rest teilen sich Feuerwehren, kommunale Eigenbetriebe und mit geringen Anteilen For-Profit-Anbieter [Brinkmann 2002, S.36; Krauth 1999, S.408].

In vielen Landesrettungsdienstgesetzen ist der Rettungsdienst als Einheit von Notfallrettung und Krankentransport definiert, das heißt Notfallrettung und Krankentransport werden als „Kuppelprodukte“ hergestellt [Brinkmann 2002, S.5/18]. Das Zuständigkeitsgebiet eines Trägers des bodengebundenen Rettungsdienstes ist in der Regel der Rettungsdienstbereich. Dieser ist ein in den Rettungsdienstgesetzen festgelegtes Gebiet, in dem die Sicherstellung des Rettungsdienstes vom Träger des Rettungsdienstes wahrgenommen wird. Die Träger des Rettungsdienstes sind auch überwiegend Träger der Rettungsleitstellen [Schmiedel 2002, S.30].

Hilfsfrist und Sicherheitsniveau

Die Hilfsfrist stellt eine der zentralen Leistungsvorgaben zur Beurteilung der Strukturqualität und einen wesentlichen Parameter für die Bedarfsplanung im Rettungsdienst dar. „Die Hilfsfrist ist der Zeitabschnitt der in der Notfallrettung nach Eingang der Notfallmeldung in der zuständigen Leitstelle mit dem Zeitpunkt der Einsatzentscheidung beginnt, die Einsatzvergabe (Dispositions- und Alarmierungszeit) sowie die einsatzbereite Besetzung des alarmierten Rettungsmittels (Ausrückzeit) umfasst und mit dem Eintreffen des ersten geeigneten Rettungsmittels am Einsatzort an der Straße (Anfahrzeit) endet“ [Schmiedel 2002, S.116]. Der Gesetzgeber legt mit der maximalen Hilfsfrist das angestrebte Outputniveau im Rettungsdienstbereich fest, wobei die Einhaltung der maximalen Hilfsfrist meist nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit garantiert wird. Diese Wahrscheinlichkeit wird als Sicherheitsniveau oder Bediensicherheit bezeichnet und meist bei 95% festgelegt [Brinkmann 2002, S.25ff.].

Allerdings gelten in den einzelnen Bundesländern nicht nur unterschiedliche Hilfsfristvorgaben, sondern auch unterschiedliche Definitionen in Bezug auf Zeiten und Sicherheitsniveau. Während beispielsweise das Land Baden-Württemberg die „Hilfsfrist“ vom Eingang der Meldung bis zur Ankunft am Notfallort an Straßen mit einem Höchstwert von 95% in 15 Minuten vorgibt, fordert das Bundesland Saarland eine „Fahrzeit“ vom Fahrtbeginn bis zur Ankunft am potentiellen Notfallort von unter zehn Minuten [Schmiedel 2002, S.30].

In der nachfolgenden Abbildung werden relevante Teilzeiten und Zeitabschnitte im organisatorischen Rettungsablauf dargestellt. Ausgewählte Zeiten im Rettungsdienst werden für 2000/2001 in der nachfolgenden Tabelle abgebildet.

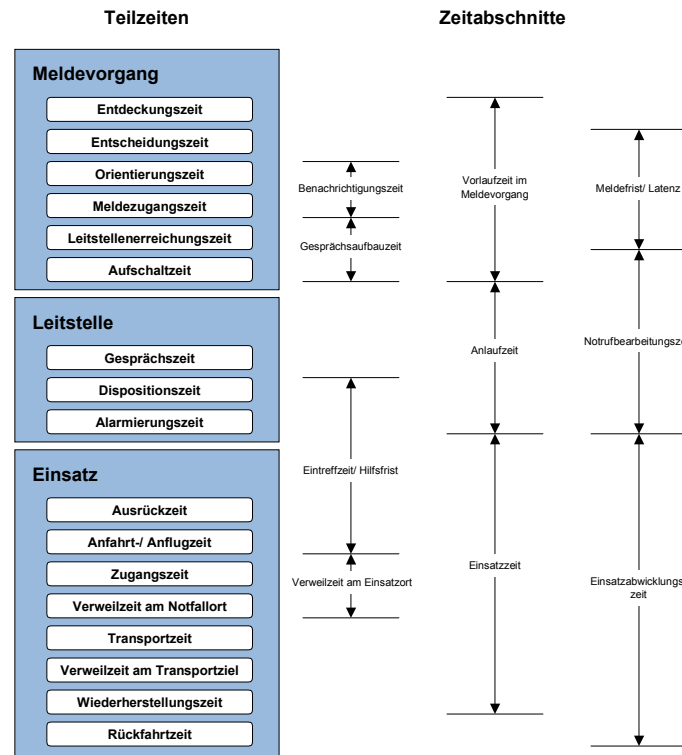


Abbildung 6: Teilzeiten und Zeitabschnitte im organisatorischen Rettungsablauf [in Anlehnung an Schmiedel 2002A, S.57]

Tabelle 3: Teilzeiten und Zeitabschnitte im Rettungsdienst 2000/ 2001; * Hilfsfrist zum Teil identisch mit Eintreffzeit [Behrendt 2004, S.59ff.; Schmiedel 2002A, S.3/41ff.]

Teilzeit/ Zeitabschnitt	Notarzteinsatz	Notfalleinsatz	Dringlicher Krankentransport	Disponibler Krankentransport
Dispositions- und Alarmierungszeit (Mittelwerte)	2,2 Minuten	2,0 Minuten	4,2 Minuten	12,9 Minuten
Eintreffzeit (Mittelwerte/ 95%- Wert)	8,7/ 18,0 Minuten	9,4/ 20,7 Minuten	16,2/ 41,8 Minuten	22,6/ 74,5 Minuten
Hilfsfrist*	Die mittlere Hilfsfrist beträgt 7,8 Minuten. 95% der Notfälle werden innerhalb von 15,9 Minuten mit einem geeigneten Rettungsmittel unter Verwendung von Sonderrechten bedient.			
Einsatzzeit (Mittelwerte)	53,0 Minuten	47,9 Minuten	60,0 Minuten	63,1 Minuten

Kosten des Rettungsdienstes, Kostenträger und Finanzierung

Unter Kosten des Rettungsdienstes wird der bewertete (mit Preisen) sachzielbezogene (direkter ursächlicher Zusammenhang mit Rettungsdienst) Güterverzehr (Verbrauch von Produktionsfaktoren) einer Periode (in der Regel Kalenderjahr) verstanden und man unterscheidet zwischen Betriebs- und Investitionskosten. Für die Betriebskosten müssen im Allgemeinen die Kostenträger über

Benutzungsgebühren und -entgelte aufkommen, Investitionskosten werden in einigen Bundesländern durch das Land nach Maßgabe des Haushaltsplans übernommen [Brinkmann 2002, S.140; Schmiedel 2002, S.80]. Die Gebühren beziehungsweise Entgelte werden von den Trägern im Wesentlichen auf der Grundlage einer Kostenregulierung ermittelt, das heißt die Kosten sind durch den Leistungserbringer nachzuweisen und werden, um Verwaltungs- und Rettungsleitstellenkosten erhöht, auf eine einzelne Fahrt umgelegt. Nach Inanspruchnahme werden die Kosten pro Fahrt dem Patienten beziehungsweise dem zuständigen Kostenträger in Rechnung gestellt [Brinkmann 2002, S.36].

Im Rahmen einer Gesamtkostenermittlung werden alle mit der Leistungserbringung im Rettungsdienst entstandenen Kosten auf allen Betrachtungsebenen berücksichtigt. Die Gesamtkosten können dabei in Bezug auf Veränderungen der Leistungsmenge in fixe und variable Kosten unterteilt werden, wobei die fixen Kosten im Rettungsdienst einen Anteil an den Gesamtkosten von bis zu 90% haben. Die fixen Kosten des Rettungsdienstes werden durch den Umfang der bereitgestellten rettungsdienstlichen Betriebskapazität bestimmt und sind von der tatsächlichen Zahl der Einsätze quasi unabhängig. Wesentlicher Bestandteil der fixen Kosten sind die Personalkosten, die alle Kosten umfassen, die direkt oder indirekt durch die Beschäftigung von Personal (Verwaltungs-, Einsatz-, Rettungsleitstellenpersonal und Notärzte) entstehen und auf diese entfallen circa 80% der Gesamtkosten im Rettungsdienst. Variable Kosten werden durch die Leistungsmenge verursacht und wachsen mit steigender Leistungserbringung sowohl absolut als auch proportional [Schmiedel 1999A, S.101ff.; Schmiedel 2002, S.80].

Nach § 60 SGB V übernehmen die Krankenkassen für ihre Versicherten die „Kosten für Fahrten einschließlich der Transporte (...), wenn sie im Zusammenhang mit einer Leistung der Krankenkasse aus zwingenden medizinischen Gründen notwendig sind“. Weitere Kostenträger sind die gesetzliche Unfallversicherung, die Arbeitgeber und die privaten Haushalte. Darüber hinaus kann die Finanzierung nach § 133 SGB V in landes- und kommunalrechtlichen Bestimmungen festgelegt werden. Dementsprechend ist die Finanzierung des Rettungsdienstes maßgeblich in den Rettungsdienstgesetzen der Länder und den ergänzenden Ausführungsbestimmungen geregelt, wobei sich diese Regelungen länderspezifisch unterscheiden.

Insgesamt können vier Finanzierungsbereiche unterschieden werden: Externe Finanzierung mit öffentlichen Mitteln des Bundes, der Länder oder der Kommunen; Tariffinanzierung durch Leistungsempfänger beziehungsweise verantwortliche Kostenträger (Kontrahierungszwang); interne Finanzierung durch Leistungserbringer (zum Beispiel Beiträge der Hilfsorganisationen); Finanzierungsbeiträge durch Dritte (zum Beispiel Stiftungen) [Schmiedel 1999B, S.171ff.; Schmiedel 2002, S.81ff.].

Für die Darstellung der Kosten wird auf die Erfassung der Ausgaben nach Einrichtungen für die Kategorie Rettungsdienst des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen [Destatis 2005E]. In der nachfolgenden Tabelle ist die Entwicklung der Ausgaben von 1992 bis 2003 über alle Ausgabenträger

und für die GKV und PKV abgebildet. Hieran ist zu erkennen, dass die absoluten Ausgaben innerhalb des Zeitraums um circa 85% gestiegen sind und sich diese für die GKV und PKV mehr als verdoppelt haben. Insgesamt betragen die Ausgaben für den Rettungsdienst im Jahr 2003 circa 30 € je Einwohner.

Tabelle 4: Ausgaben für die Kategorie Rettungsdienst 1992 bis 2003 [Destatis 2005E]

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Gesamtausgaben (Mio. €)		1.331	1.534	1.729	1.829	1.853	1.848	1.947	2.056	2.118	2.195	2.339	2.452
Anteil GKV	Mio. €	991	1.160	1.333	1.414	1.462	1.511	1.592	1.691	1.742	1.806	1.943	2.031
	%	74,46	75,62	77,10	77,31	78,90	81,76	81,77	82,25	82,25	82,28	83,07	82,83
Anteil PKV	Mio. €	59	60	58	69	77	82	87	90	101	107	109	120
	%	4,43	3,91	3,35	3,77	4,16	4,44	4,47	4,38	4,77	4,87	4,66	4,89
Anteil Krankenversicherung (%)		78,89	79,53	80,45	81,08	83,05	86,20	86,24	86,62	87,02	87,15	87,73	87,72

1.2.2 Leistungsdaten des Rettungsdienstes bei Verkehrsunfällen

Für 2000/ 2001 lässt sich das Leistungsniveau des öffentlichen Rettungsdienstes in Deutschland bezogen auf Verkehrsunfälle und im direkten Vergleich zum gesamten Rettungsdienst mit den nachfolgenden Leistungsdaten beschreiben.

Tabelle 5: Leistungsdaten des Rettungsdienstes bei Verkehrsunfällen 2000/ 2001 [Behrendt 2004, S.59ff.; Schmiedel 2002A, S.3/41ff.]

		Gesamter Rettungsdienst (Absolut und Anteil an Gesamt)	Verkehrsunfälle (Absolut und Anteil an Gesamt)
Einsätze		10,3 Mio. (100%)	280.044 (2,72%)
Einsätze nach Einsatzart	Notarzteinsätze	2,082 Mio. (20,2%)	124.920 (6,0%)
	Notfalleinsätze	2,349 Mio. (22,8%)	143.289 (6,1%)
	Dringlicher Krankentransport	2,367 Mio. (22,9%)	11.835 (0,5%)
	Disponibler Krankentransport	3,52 Mio. (34,1%)	-
Einsatzfahrten		11,9 Mio. (100%)	377.753 (3,17%)
Fehlfahrten	Absolut	967.000 (100%)	58.000 (6%)
	Anteil an Einsatzfahrten	8,1%	15,4%

Ausgewählte Zeiten im Rettungsdienst in Bezug auf Verkehrsunfälle für 2000/ 2001 werden in der nachfolgenden Tabelle abgebildet. Verglichen mit den Teilzeiten und Zeitabschnitte im Rettungsdienst 2000/ 2001 allgemein (Tabelle 3) entsprechen die Zeiten für Verkehrsunfälle in etwa den allgemeinen Zeiten für Notarzt- und Notfalleinsätze.

Tabelle 6: Teilzeiten und Zeitabschnitte im Rettungsdienst bei Verkehrsunfällen 2000/ 2001 [Behrendt 2004, S.56ff.; Schmiedel 2002A, S.3/41ff.]

Teilzeit/ Zeitabschnitt	Ausprägungen
Dispositions- und Alarmierungszeit (Mittelwert)	2,8 Minuten
Eintreffzeit (Mittelwerte/ 95%-Wert)	8,0/ 16,7 Minuten (Mittelwert Notarzt: 10,6 Minuten; Mittelwert Notfallrettungspersonal: 7,6 Minuten)
Hilfsfrist	Innerorts trifft das erste Rettungsmittel unter Verwendung von Sonderrechten tagsüber im Mittel nach 6,9 Minuten und in der Nacht nach 7,1 Minuten am Einsatzort ein. Außerorts werden Verkehrsunfälle tagsüber in 8,7 Minuten und in der Nacht in 8,9 Minuten bedient.
Einsatzzeit (Mittelwert)	50,2 Minuten

1.3 Herausforderungen in der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen

Zunächst wird der Ablauf der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen im Überblick skizziert. Darauf aufbauend werden anhand der im *Kapitel 1.2.1* dargestellten Rettungskette ausgewählte Herausforderungen der präklinischen Notfallrettung beschrieben und vor allem für die Bestandteile „Erste Hilfe“ und „Notfallmeldung“ diskutiert.

1.3.1 Beschreibung der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen

Die präklinische Notfallrettung bei Verkehrsunfällen kann idealtypisch mit dem nachfolgend dargestellten Ablauf beschrieben werden, wobei einzelne Schritte auch parallel stattfinden können, sofern beispielsweise mehrerer Laienhelfer am Unfallort aktiv sind [Buchfelder 1999, S.1ff.].

- 1) Verkehrsunfall
- 2) Erste Unfallmeldung/ Absicherung der Unfallstelle
- 3) Bergung/ Sofortmaßnahmen nach Bedarf
- 4) Detaillierte Unfallmeldung
- 5) Erste-Hilfe-Maßnahmen durch Laienhelfer:
 - Diagnose: Test der Vitalfunktionen Bewusstsein, Atmung und Puls
 - Therapie: Sicherstellung der Vitalfunktionen (Stabile Seitenlage, Beatmung, Herz-Lungen-Wiederbelebung) und Vermeidung Schockzustand (Stillung äußerer Blutungen, Schocklage)
- 6) Behandlung durch Notfallrettungspersonal
- 7) Transport und Einlieferung in Zielkrankenhaus

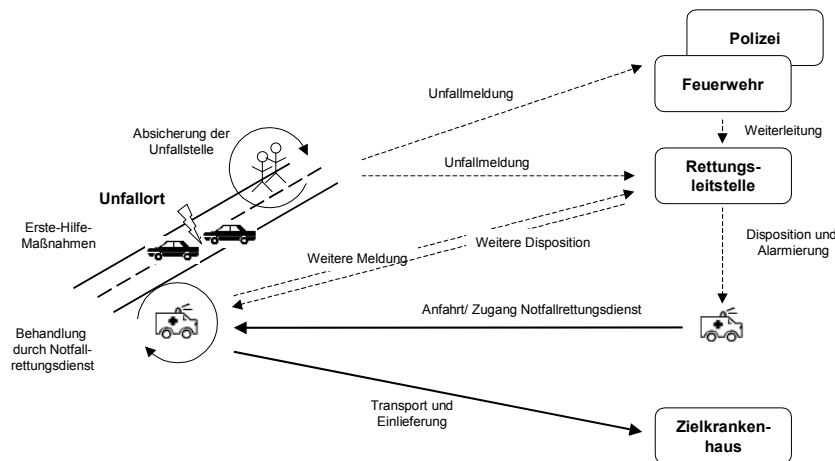


Abbildung 7: Präklinische Notfallrettung bei Verkehrsunfällen

1.3.2 Probleme und Schwachstellen der präklinischen Notfallrettung

Die Funktionsweise der präklinischen Notfallrettung ist nur so gut, wie die einzelnen Bestandteile der Rettungskette. Dementsprechend ist sie durch das schwächste Glied limitiert. Nachfolgend werden verschiedene Herausforderungen der präklinischen Notfallrettung beschrieben, die allerdings nur eine Auswahl möglicher Schwachstellen widerspiegeln.

Strukturprobleme	<ul style="list-style-type: none"> Keine ausreichenden Hilfsmittel (Pkw: nur Verbandskasten) 	<ul style="list-style-type: none"> Keine bundeseinheitliche Notruf-Nummer 	<ul style="list-style-type: none"> Finanzierungsmodelle Monopolstrukturen bei Rettungsdienstträgern Notarztmangel Ausstattung Rettungsmittel Strukturveränderungen 	<ul style="list-style-type: none"> Arztmangel Strukturveränderungen/Standortschließungen Mangel an Intensivbetten
	Erste Hilfe	Notfallmeldung	Organisierter Rettungsdienst	Krankenhaus
Prozess- und Ergebnisprobleme	<ul style="list-style-type: none"> Fehlende Motivation/ Hilfsbereitschaft Mangelhafte Kompetenz Keine Anleitung der Laienhelfer Zu wenig suffiziente Laienhilfe 	<ul style="list-style-type: none"> Meldefrist entspricht 50% des therapiefreien Intervalls Mangelhafte Unfallmeldung führt zu unsicherem Meldebild 	<ul style="list-style-type: none"> Unsichere Dispositionsentscheidungen führen zu Fehlfahrten und Nachalarmierungen Mangelhaftes Qualitätsmanagement Wenig Informationen des anführenden Personals 	<ul style="list-style-type: none"> Kaum Informationen zum eingelieferten Unfallpfer

Abbildung 8: Struktur-, Prozess- und Ergebnisprobleme in der präklinischen Notfallrettung

1.3.2.1 Erste-Hilfe-Maßnahmen durch Laienhelfer

Obwohl Unfallzeugen verpflichtet sind, Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Unfallopfern durchzuführen und unterlassene Hilfeleistung gemäß § 323c StGB vom Gesetzgeber mit Freiheits- oder Geldstrafe geahndet wird, und obwohl bei Notfällen meist potentielle Laienhelfer vor Ort sind [Donner-Banzhoff 1999, S.140], ist in der Realität nach Verkehrsunfällen festzustellen, dass Laienhelfer einerseits zu wenig helfen (fehlende Motivation/ Hilfsbereitschaft) und andererseits nicht suffizient helfen

(mangelhafte Kompetenz), wobei die fehlende Motivation zum Teil auf die nicht vorhandene Kompetenz zurückzuführen ist. Dieser Sachverhalt wird in den nachfolgend zusammengefassten Studienergebnissen, die sich zum Teil auf Verkehrsunfälle beziehen, dargestellt.

Motivation der Laienhelfer

In einer Studie zu 500 Notarzteinsätzen in Bonn stellen *Bartsch et al.* in Bezug auf Erste-Hilfe-Maßnahmen von Laienhelfern fest, dass in 56% der Fälle Erste-Hilfe-Maßnahmen gänzlich unterbleiben, in 21% der Fälle ist die Erstversorgung suffizient, in 12,5% der Fälle beschränkt sich diese auf Betreuung und psychologischen Beistand ohne medizinische Hilfe und in 5% der Fälle ist diese insuffizient, da nicht indiziert. Bei traumatischen Notfällen, wie sie bei Verkehrsunfällen häufig auftreten, erhalten etwa 63% der Unfallopfer Erste-Hilfe-Maßnahmen inklusive Zuspruch und Beistand. In mehr als 1/3 der Fälle unterbleibt jedoch jegliche Hilfe [*Bartsch 1989, S.77ff.*].

In Rahmen einer repräsentativen Erfassung von 9.689 Einsatzprotokollen im Rettungsdienst nach *Kill et al.* ergibt sich, dass bei Verkehrsunfällen bei Einsätzen ohne Notarzt in circa 34% der Fälle keine Erste-Hilfe-Maßnahmen durchgeführt werden. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass die fehlenden Angaben in Höhe von 53% dem Bereich der fehlenden Erste-Hilfe-Maßnahmen zuzurechnen sind. Sofern allerdings Erste-Hilfe-Maßnahmen geleistet werden, sind diese überwiegend suffizient (12% suffizient, 0,7% insuffizient) [*Kill 2004, S.43*]. Als Grund für das Nicht-Helfen wird vor allem die geringe Motivation aufgrund mangelnder Kompetenz angeführt. Darüber hinaus fürchten potentielle Laienhelfer oftmals Infektionen und juristische Konsequenzen bei möglichen Behandlungsfehlern [*Bierhoff 1990, S.16ff.*].

Kompetenz der Laienhelfer

Defizite im Bereich der Durchführung der Laienhilfe sind überwiegend darauf zurückzuführen, dass die Laien die Indikation der Maßnahmen nicht erkennen. Werden die Erste-Hilfe-Maßnahmen allerdings begonnen, so werden diese häufig korrekt durchgeführt. Insgesamt beurteilen *Donner-Banzhoff et al.* die Laienhilfe in einer Studie in einem ländlich strukturierten Gebiet in Mittelhessen bei akuten Notfällen in 64% der Fälle als angemessen, wenn sie denn durchgeführt wird [*Donner-Banzhoff 1999, S.142*].

In einer Studie des Wiener Rettungsdienstes für 2.812 Notfalleinsätze stellen *Mauritz et al.* fest, dass etwa 86% der indizierten Maßnahmen bei Notfällen von Laienhelfern durchgeführt werden. Allerdings zeigt sich gerade für die Personengruppe der „Laien mit Führerschein-Ausbildung“, dass diese weniger oft Erste-Hilfe-Maßnahmen durchführen (eine Maßnahme pro Notfall) und der Anteil der als gefährlich beurteilten Aktionen wesentlich höher liegt als in den Vergleichsgruppen [*Mauritz 2003, S.700*]. In einer weiteren Studie stellen *Schäfer et al.* fest, dass etwa die Hälfte derjenigen, die über eine Erste-Hilfe-Ausbildung verfügen, sich unsicher und ratlos fühlen [*Schäfer 2001, S.67*]. Darüber hinaus sind circa 79% der Kursteilnehmer einer Erste-Hilfe-Ausbildung nach zwei Jahren nicht mehr in

der Lage, eine Herz-Lungen-Wiederbelebung durchzuführen und bereits die Puls- und Atemkontrolle bereitet Schwierigkeiten [Bahr 2001, S.573].

In einer Analyse zur Optimierung von Rettungsdiensteinsätzen aus dem Jahr 2002 werden die Erste-Hilfe-Maßnahmen von Laienhelfern von *Schmiedel et al.* untersucht. Dabei schätzen Notärzte bei 437 klassifizierten Verletzungen 40% der Maßnahmen als insuffizient und 5% als suffizient ein (54,2% nicht auswertbar, 0,7% keine Maßnahmen) [Schmiedel 2002, S.147].

Darüber hinaus beschränkt sich die medizinische Ausstattung, über die Laienhelfer bei Verkehrsunfällen am Unfallort verfügen können, auf den Einsatz des Verbandskastens, der eine rudimentäre schriftliche Anleitung zu Erste-Hilfe-Maßnahmen enthält, jedoch keine Diagnose- und kaum Therapiemittel.

1.3.2.2 Unfallmeldung

Im Bereich der Unfallmeldung werden zwei wesentliche Verbesserungsansätze gesehen, die durch ausgewählte Erkenntnisse der wissenschaftlichen Forschung nachfolgend beschrieben werden. Einerseits gilt es, die Meldefrist zu minimieren, die circa 50% des therapiefreien Intervalls bei Verkehrsunfällen einnimmt, um entsprechend das medizinische Outcome des Unfallopfers zu verbessern (Kapitel 4.6.3.1). Eine Reduzierung der Hilfsfrist zur Verkürzung des therapiefreien Intervalls ist aus organisatorischen, logistischen und ökonomischen Gründen kaum möglich [Schlechtriemen 2003, S.419ff.]. Andererseits lässt die Qualität der Unfallmeldung zum Teil zu wünschen übrig, wodurch einerseits zusätzliche Kosten entstehen und andererseits die bestmögliche medizinische Versorgung von Unfallopfern nicht gewährleistet werden kann.

Therapiefreies Intervall

Gerade aus medizinischer Sicht ist das therapiefreie Intervall entscheidend für das Outcome des Notfallpatienten und die Bedeutung einer schnellstmöglichen adäquaten notfallmedizinischen Versorgung wird durch eine Vielzahl innerklinischer Studien und präklinischer Untersuchungen bestätigt [Schlechtriemen 2000, S.380].

In einer Kohorten-Studie wird zwischen 1991 und 1998 in Großbritannien der Zusammenhang zwischen dem therapiefreien Intervall und der Überlebenswahrscheinlichkeit bei Herz-Kreislauf-Stillstand untersucht. Dabei ergibt sich, dass bei einer aktuellen Eintreffzeit von 15 Minuten die Überlebenswahrscheinlichkeit bei 6% liegt. *Pell et al.* prognostizieren, dass sich die Überlebenswahrscheinlichkeit auf 8% beziehungsweise 11% erhöhen ließe, wenn die Eintreffzeit auf acht beziehungsweise fünf Minuten verkürzt werden würde. Die Prognose lautet, dass eine Verkürzung der Eintreffzeit auf fünf Minuten die Überlebenswahrscheinlichkeit verdoppeln würde [Pell 2001, S.1385].

In einer prospektiven Analyse von 276 Herzinfarkt-Patienten im Zeitraum von 1991 bis 1997 im Stadtgebiet von Wien, Österreich, wird unter anderem der Einfluss von Laienhilfe, der Eintreffzeit des Notfallrettungspersonals und der Zeit bis zur ersten Defibrillation auf das neurologische Outcome und die damit verbundenen Behandlungskosten im Krankenhaus untersucht. Dabei stellen *Bur et al.* fest, dass bei Patienten mit gutem neurologischen Outcome die Eintreffzeiten des Notfallrettungspersonals und die Zeit bis zur ersten Defibrillation geringer ist als bei Patienten mit schlechtem neurologischen Outcome [*Bur 2001, S.1475*].

Qualität der Unfallmeldung

Laien stehen in der Regel als Laienhelfer oder zumindest als Notrufende am Anfang jeder Rettungskette und ihnen ist die Unfallmeldung und die zeitliche Überbrückung durch Erste-Hilfe-Maßnahmen bis zum Eintreffen des Notfallrettungspersonals zugeordnet. Die Unfallmeldung ist die Grundlage für die Disposition in der Rettungsleitstelle und von der Qualität der verfügbaren Informationen hängt maßgeblich die Entscheidung über Art und Anzahl der einzusetzenden Rettungsmittel ab. Experten haben herausgefunden, dass „die Leitstellenentscheidung eine wichtige Determinante für die Effektivität und Effizienz des Rettungswesens ist. Jede korrekte Leitstellenentscheidung ermöglicht einen optimalen Einsatzablauf, jede nicht perfekte Leitstellenentscheidung kann nur noch mit erhöhtem Aufwand zu einem adäquaten zeitlich (...) (aber) nicht mehr zu einem optimalen Einsatzablauf führen“ [*Schmiedel 2002, S.53*]. Bei einer Untersuchung zur Qualität der Unfallmeldung stellen *Schmiedel et al.* fest, dass

- 30% der Anrufer nicht imstande sind, die Notfallsituation annähernd treffend zu beschreiben, da sie den Patienten nicht gesehen haben und
- in 20% der Notrufe die abgefragten Informationen nicht ausreichend sind, um die Dringlichkeit und das geeignete Rettungsmittel zu bestimmen [*Schmiedel 2002, S.53*].

Folgen einer „nicht perfekten“ Dispositionsentscheidung aufgrund eines ungenügenden Meldebildes können neben Zeitverzögerungen in der Anlaufzeit (*Abbildung 6*) vor allem Fehlfahrten und Nachalarmierungen sein, die unnötige Kosten verursachen, aber vor allem zu einer nicht optimalen präklinischen Notfallrettung führen können. Für weitere Ausführungen wird auf das *Kapitel 4.5.3* verwiesen.

1.3.2.3 Organisierter Rettungsdienst und Krankenhaus

Seit Mitte der 90er Jahre stehen die zum Teil zweistelligen Steigerungsraten in der präklinischen Versorgung in der Diskussion und seitdem wird für den Rettungsdienst verstärkt die Forderung nach mehr Transparenz von Leistungen und Kosten, Kostensenkung sowie insbesondere nach Qualitätssicherung und -kontrolle erhoben [*Brinkmann 2002, S.2; Krauth 1999, S.407*]. Das Vertrauen der Kostenträger und der Politik ist geschwächt, zunehmend wird dem Rettungsdienst offen Ineffizienz unterstellt und es wird – wie im gesamten Gesundheitswesen – über Rationalisierung beziehungsweise Rationierung nachgedacht [*Schmiedel 1999, S.35; Schmiedel 2002, S.14*].

Dabei ist die Festlegung von Standards allerdings weitgehend unstrittig; ungeklärt ist, ob diese Standards wirtschaftlich produziert werden können [Brinkmann 2002, S.63]. Dementsprechend wird gefordert, ein Qualitätsmanagementsystem im Rettungsdienst einzuführen, mit dem sichergestellt wird, „dass die Leistungen des Rettungsdienstes sicher und ethisch vertretbar sind, dass sie dem Stand der medizinischen Wissenschaft entsprechen und effizient erbracht werden“ [Schmiedel 2002, S.14]. Hierfür fehlen allerdings häufig landesweite und detaillierte Datenerfassungen und -auswertungen, sowohl zur Struktur-, als auch zur Prozess- und Ergebnisqualität im Rettungsdienst, auf deren Basis Optimierungspotentiale begründet werden können [Altemeyer 2003, S.94ff.]. Als wesentliche Ursachen hierfür werden unter anderem die fehlenden Verpflichtungen zur Dokumentation, die sich daraus ergebende mangelhafte Verfolgung der Ergebnisqualität der rettungsdienstlichen Maßnahmen, die ungenügende Berücksichtigung ökonomischer Konsequenzen und die länderspezifisch unterschiedlichen Regelungen unter anderem im Bereich der Infrastrukturausstattung genannt [Schmiedel 2002, S.15ff.].

Darüber hinaus stehen der Rettungsdienst, aber auch die Krankenhäuser aufgrund von strukturellen Veränderungen vor erheblichen Herausforderungen. Es wird erwartet, dass unter anderem aufgrund der Einführung der neuen pauschalierten Vergütung (Diagnosis Related Groups) in der stationären Versorgung einerseits die Zahl der Krankenhäuser und Notarztstandorte verringert wird, andererseits die Spezialisierungs- und Konzentrationstendenzen auf Kompetenzzentren weiter zunehmen. Gleichzeitig werden durch die Privatisierung kommunaler Krankenhäuser Notfallversorgungskapazitäten abgebaut. Dies kann dazu führen, dass sich die Anfahrtzeiten und damit die Hilfsfristen verlängern, dass die Notfallpatienten durch verlängerte Transportzeiten gefährdet werden und gleichzeitig das Notfallrettungspersonal länger im Einsatz gebunden ist und dass Krankenhäuser keine Notärzte mehr zur Verfügung stellen. Dies könnte zur Folge haben, dass eine wohnortnahe Notfallversorgung nicht mehr gewährleistet werden kann [Altemeyer 2003, S.90ff.; BAND 2004, S.89; Lackner 2003, S.154ff.]. Zusätzlich verschärft werden kann die Situation durch den Mangel an Notärzten, die aufgrund des Ärztemangels in den Krankenhäusern vermindert bereitgestellt werden und neuen Arbeitszeitregelungen [AGNN 2004, S.55ff.; Stratmann 2004, S.2]. Als Lösungsansätze werden beispielsweise die Reduzierung der Fehleinsätze, medizinisches Qualitätsmanagement und Strukturmaßnahmen diskutiert [Stratmann 2004, S.4ff.].

1.4 Möglicher Lösungsansatz „Telemedizin“ und europäische Aktivitäten in der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen

Als wesentliche Ansatzpunkte zur Verbesserung der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen können die Verkürzung der Meldefrist, die Verbesserung des Meldebildes durch eine entsprechende Unfallmeldung und die Optimierung der Erste-Hilfe-Maßnahmen durch Laienhelfer am Unfallort identifiziert werden. Optimierungspotentiale aufgrund von Veränderung des organisierten Rettungsdienstes und der eingebunden Krankenhäuser sollen an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden. So könnte beispielsweise die Unfallmeldung bei Verkehrsunfällen automatisch ausgelöst werden und für die Unterstützung der Laienhelfer vor Ort bietet sich eine Fern-Anleitung bei Erste-

Hilfe-Maßnahmen durch Experten an, wie es zum Beispiel in Bezug auf telefonische Laienreanimation bei Herz-Kreislauf-Stillständen bereits praktiziert wird (*Kapitel 5.1.6.2*).

Daher liegt es nahe, in Telemedizin-Anwendungen eine Möglichkeit zu sehen, vor allem von der technischen und medizinischen Seite Hilfestellungen zur Optimierung der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen in Deutschland zu leisten. Unter Telemedizin im engen Sinn wird die in Echtzeit stattfindende, interaktive, audiovisuelle Kommunikation über Distanz zwischen Arzt und Patient oder zwischen Arzt und Arzt verstanden. Allerdings gibt es in der Literatur eine Vielzahl an Definitionen und nachfolgend wird hierunter verstanden: „Telemedicine is the use of information and telecommunication technologies to provide and support healthcare when distance separates the participants“ [*Schächinger 1999, S.469*]. Dies bedeutet, Telemedizin ist die Schnittmenge aus Telekommunikation, Informatik und Medizin und grenzt sich entsprechend von der Telematik ab, der Verfahren zugeordnet werden, die sich durch die Integration von Telekommunikation und Informatik ergeben [*Dietel 2001, S.1; Hufnagl 2000, S.781ff.; Schächinger 1999, S.468*]. Im Gesundheitswesen gibt es vielfältige Anwendungsgebiete der Telemedizin wie Telepathologie, Teleneurologie und Telekardiologie [*Dietel 2000, S.1ff.; Dietel 2000A, S.391; Hufnagl 2003, S.29ff.; Köhler 2004, S.S18ff.*].

Es gibt bereits diverse Ansätze und Konzeptionen im Bereich der Telematik und Telemedizin in der Notfallmedizin wie beispielsweise Home-Monitoring-Systeme (zum Beispiel Herz-Handys und telemedizinisch überwachte Herzschrittmacher) und Telematik-Anwendungen für die Rettungsleitstelle und für das Notfallrettungspersonal. Nicht unerwähnt bleiben sollen an dieser Stelle die Entwicklungen in Deutschland im Zusammenhang mit dem Gesetz zur Modernisierung der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV-Modernisierungsgesetz). Dieses schreibt die Einführung einer Informations-, Kommunikations- und Sicherheitsinfrastruktur in Deutschland als Voraussetzung für eine einheitliche Telematikinfrastruktur vor und soll unter anderem den Einsatz der elektronischen Gesundheitskarte, des elektronischen Heilberufsausweises, des elektronischen Arztbriefes, des elektronischen Rezeptes und mittelfristig auch der elektronischen Patientenakte ermöglichen [*Steyer 2005*]. Aktuell wird die Rahmenarchitektur erarbeitet und abgestimmt. Eine Einführung der elektronischen Gesundheitskarte ist für 2006/ 2007 geplant. Daneben werden von Seiten der Automobilindustrie bereits Lösungen für manuelle Notrufsysteme angeboten, die sich jedoch im Markt bisher noch nicht etabliert haben und meist nicht pan-europäisch einsetzbar sind (*Kapitel 5.4.2*).

Für Europa hat die Europäische Kommission die Potentiale von Telematik- bzw. Telemedizin-Anwendung zur Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr aufgegriffen und im Jahr 2003 das 3. Europäische Aktionsprogramm für die Straßenverkehrssicherheit: „Halbierung der Zahl der Unfallopfer im Straßenverkehr in der Europäischen Union bis 2010: eine gemeinsame Aufgabe“ beschlossen. Das Ziel ist, die Zahl der Getöteten im Straßenverkehr in der EU bis zum Jahr 2010 um mindestens 50% zu senken und hierfür europaweite Standards zu gewährleisten. Alljährlich werden in der EU bei circa 1,3 Mio. Verkehrsunfällen mehr als 40.000 Menschen getötet und circa 1,7 Mio. Personen verletzt. Die mittelbaren und unmittelbaren Kosten durch Verkehrsunfälle werden mit circa 160 Mrd. € und damit rund 2% des Bruttosozialproduktes der EU veranschlagt [*Europäische*

Kommission 2003, S.4]. Neben der Verringerung des menschlichen Leides werden vor allem sozioökonomische Aspekte und die Kosteneffizienz betont. Alle zu ergreifenden Maßnahmen sollen im Rahmen einer systematischen Analyse hinsichtlich ihrer Kosten- und Nutzenwirksamkeit quantitativ bewertet werden [Europäische Kommission 2003, S.16ff.].

Als wesentliche Handlungsfelder setzt das Aktionsprogramm bei dem Verhalten der Verkehrsteilnehmer, der Sicherheit der Fahrzeuge und der Straßenverkehrsinfrastruktur an. Zur Erhöhung der Sicherheit der Fahrzeuge sollen neben der technischen Normung und der Unterstützung des technischen Fortschritts verstärkt Informations- und Kommunikationstechnologien für intelligente Fahrzeuge entwickelt werden. Entsprechend wurde im Jahr 2002 unter anderem von der Europäischen Kommission und der Automobilindustrie die Initiative „eSafety“ initiiert *[Europäische Kommission 2003, S.5/29]*. Empfehlung dieser Arbeitsgruppe war, das Hauptaugenmerk auf die Systemkomponente „Intelligentes Fahrzeug“ zu legen, da hierin das größte Potential zur Lösung der Sicherheitsprobleme im Straßenverkehr gesehen wurde.

Diese Ansätze werden im „eSafety Forum“ in verschiedenen Arbeitsgruppen mit unterschiedlichen Themenstellungen weiterverfolgt und oberste Priorität wird dem Thema „eCall“ eingeräumt. Das „eCall-System“ soll nach einem Verkehrsunfall einen Notruf an eine Notrufzentrale absetzen und den genauen Unfallstandort übermitteln. Dieser Notruf kann entweder automatisch oder manuell ausgelöst werden. Der Einsatz der Rettungsdienste soll durch schnellere Unfallmeldungen und genauere Standortangaben beschleunigt werden. Es wird erwartet, dass durch ein vollständig ausgebautes „eCall-System“ pro Jahr in Europa bis zu 2.000 Menschenleben gerettet werden können. Die Konzeption, die organisatorischen und ökonomischen Anforderungen und die technische Systemarchitektur wurden und werden in den Projekten „E-MERGE“ (2002-2004) und „GST RESCUE“ (2004-2007) entwickelt.

Das Aktionsprogramm, das rechtlich für die EU- Mitgliedsstaaten nicht verbindlich ist, sieht vor, bis Ende 2005 die Details des „eCall-Systems“ auszuarbeiten, für das Jahr 2006 sind Feldtests geplant und in den Jahren 2007/ 2008 sollen die Notrufzentralen in Europa auf das neue System umgerüstet werden. Im Jahr 2009 soll das System starten und alle Neufahrzeuge in Europa sollen mit der eCall-Technik ausgerüstet werden. Die Absichtserklärung über die Durchführung von „eCall“ wird von Vertretern aus der Wirtschaft, der Europäischen Kommission und den EU-Mitgliedsstaaten unterstützt und soll sicherstellen, dass die eCall-Technik später in allen EU-Mitgliedsstaaten eingesetzt werden kann. Sollte eine freiwillige Umsetzung nicht erfolgen, will die Europäische Kommission die Möglichkeit einer gesetzlichen Einführung prüfen.

In diesem Zusammenhang hat der Europäische Wirtschafts- und Sozialausschuss Ende 2003 unter anderem darauf hingewiesen, dass im Bezug auf das 3. Europäische Aktionsprogramm die Kosteneffizienz ein wesentlicher Grundsatz des Programms ist und dass für alle durchzuführenden Maßnahmen Kosten-Nutzen-Analysen durchgeführt werden sollen [BVBW 2003, S.13]. Im gleichen Kontext sind für Deutschland die Ausführungen der §§ 2, 12, 70 SGB V zu interpretieren, die für Krankenkassen fordern, dass die Leistungen unter Beachtung des Wirtschaftlichkeitsgebotes zu erfolgen haben.

2 Herleitung der Aufgabenstellung

Wie im *Kapitel 1.3.2* dargestellt, ist davon auszugehen, dass die präklinische Notfallrettung bei Verkehrsunfällen sowohl durch eine Verkürzung der Meldefrist und damit einer Verringerung des therapiefreien Intervalls als auch durch eine Verbesserung der Laienhilfe am Unfallort optimiert werden kann. Hierfür sind grundsätzlich verschiedene technische, organisatorische oder auch pädagogische Ansätze denkbar. Eine Möglichkeit ist der Einsatz von Telematik beziehungsweise Telemedizin. Auf europäischer Ebene wird bereits intensiv über die Einführung von Telematik-Anwendungen zur Optimierung der Unfallmeldung („eCall“) diskutiert beziehungsweise es werden erste Konzeptionen bereits entwickelt (*Kapitel 1.4*).

Aus den bisher vorliegenden wissenschaftlichen Untersuchungen von Telemedizin-Projekten ergibt sich, dass die Hauptprobleme für die Etablierung telemedizinischer Anwendungen nicht im Bereich der technischen Umsetzung zu suchen sind, sondern meist eine Frage der Ökonomie sind. Fehlende Finanzierungsbereitschaft für die Entwicklung, Anschaffung und den Betrieb derartiger Systeme und insbesondere die nicht geregelte Erstattung telemedizinischer Leistungen in der medizinischen Versorgung von Patienten werden häufig als die entscheidenden Blockaden aufgeführt, wobei der medizinische Nutzen für die Patienten meist nicht in Frage gestellt wird. Angesichts stetig steigender Kosten im Gesundheitswesen ist es nicht verwunderlich, dass sich die Geldgeber/ Kostenträger im Gesundheitswesen finanziell zurückhalten [*Burchert 1998, S.3ff.*]. Darüber hinaus werden häufig die mit Telemedizin-Anwendungen verbundenen Rationalisierungspotentiale auf der administrativen Ebene im Gesundheitswesen nicht wahrgenommen, da Medizintechnik per se als Kostenfaktor gilt. Daher ist es für die Einführung und Etablierung neuer Telemedizin-Anwendungen zwingend erforderlich, neben der Darstellung des medizinischen Nutzens die damit verbundenen Kosten, aber auch die Rationalisierungs- und Einsparpotentiale zu verdeutlichen, die diesbezüglichen Nachweise zu erbringen und dementsprechend Entscheidungsgrundlagen zu schaffen. Generell hat die ökonomische Entwicklung des Gesundheitswesens dazu geführt, dass wirtschaftliche Bewertungen neuer Behandlungsverfahren in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen haben [*Walshe 1998, S.943*].

An diesem Punkt setzt die vorliegende wissenschaftliche Untersuchung an. Im Rahmen einer gesundheitsökonomischen Evaluation werden die Anwendungspotentiale eines Telemedizinsystems für die präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen in Deutschland untersucht. Dabei handelt es sich um eine visionäre Konzeption, die in ihren Grundzügen bekannt und festgelegt, jedoch derzeit noch fiktiv ist. Für die Beschreibung des Telemedizinsystems wird auf den Exkurs am Ende der Aufgabenstellung verwiesen.

Die Untersuchung der Potentiale dieses Telemedizinsystems erfolgt ex-ante vor einer möglichen Einführung beziehungsweise Umsetzung aus der kontextspezifischen Perspektive der „Forschungssteuerung“, um Erkenntnisse im Hinblick auf die Kosten- und Nutzenparameter, aber auch auf die damit verbundenen Rationalisierungsmöglichkeiten zu gewinnen, strukturierte und

systematische gesundheitsökonomische Berechnungen durchzuführen und gegebenenfalls die Grundlagen für weiterführende Folgeuntersuchungen zu schaffen [Greiner 2002A, S.205; Schöffski 2002, S.52; Schulenburg 1995, S.63ff.; Siebert 2002, S.79]. Die Herausforderung dieser ex-ante-Analyse ist damit die knappe und zum Teil unsichere Datenbasis, ein gängiges Problem bei forschungsorientierten Untersuchungen.

In Folge dieser spezifischen Aufgabenstellung werden auch, in Analogie zum Stand der Forschung, die grundsätzlichen Anwendungspotentiale von Telemedizin in der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen in Deutschland untersucht. Des Weiteren soll ein Beitrag geleistet werden, eine einheitliche beziehungsweise vergleichbare Methodik für gesundheitsökonomische Evaluationen von Telemedizin-Anwendungen zu schaffen.

Die zentralen Fragestellungen, die mit der vorliegenden Arbeit beantwortet werden sollen, lauten:

- 1) Kann durch den Einsatz des Telemedizinsystems die Anzahl der Verkehrstoten in Deutschland reduziert beziehungsweise das medizinische Outcome von Unfallopfern verbessert werden? Und wenn ja, gibt es Nutzenunterschiede zwischen der Verkürzung des therapiefreien Intervalls und der Verbesserung der Laienhilfe beziehungsweise wie sieht das optimale Telemedizinsystem aus medizinischer Sicht aus?
- 2) Welche Kosten entstehen beim Einsatz des Telemedizinsystems und welche Kosteneinsparpotentiale stehen diesen gegenüber?
- 3) Welchen Zusammenhang gibt es zwischen den Kosten und dem Nutzen des Telemedizinsystems?
- 4) Kann unter den gegebenen Rahmenbedingungen eine Entscheidung für die Entwicklung, Implementierung und Nutzung des Telemedizinsystems getroffen werden?
- 5) Wie muss der Einsatz eines Telemedizinsystems ausgestaltet sein, damit dieses in Deutschland verwirklicht werden kann?

Dabei bleibt die gesundheitsökonomische Evaluation auf die direkten quantifizierbaren Auswirkungen des Telemedizinsystems beschränkt, das heißt Aspekte wie beispielsweise die Verbesserung der Prozess- und Ergebnisqualität im Krankenhaus bleiben unberücksichtigt. Die internationale Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist insoweit gewährleistet, wie nationale Unterschiede im Straßenverkehr und in den Versorgungsstrukturen des Gesundheitswesens dies erlauben.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es zunächst, auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse in der Literatur eine umfassende, in sich geschlossene Methodik zur ökonomischen Evaluation des beschriebenen Telemedizinsystems zu entwickeln, die den spezifischen betriebs-, volkswirtschaftlichen und gesundheitsökonomischen Anforderungen zur Analyse von Telemedizin-Anwendungen gerecht wird. Hierfür werden geeignete Analyse-Verfahren untersucht, die wichtigsten Verfahren der ökonomischen Bewertung mit ihren Vor- und Nachteilen beschrieben und eine entsprechende Schrittfolge zur Durchführung der gesundheitsökonomischen Evaluation herausgearbeitet (Kapitel 3).

Diese Schrittfolge wird zur Evaluation des Telemedizinsystems herangezogen und gemäß dieser Systematik werden die einzelnen Schritte vollständig im Rahmen der Ergebnisbeschreibung abgebildet (*Kapitel 4*). Die inhaltliche Ausgestaltung der Schrittfolge ist das wesentliche Ergebnis dieser Untersuchung. Teile dieser inhaltlichen Ausgestaltung haben durchaus methodischen Charakter, werden aber dennoch als Ergebnis dargestellt, um die Vollständigkeit der inhaltlichen Darstellung der Schrittfolge zu gewährleisten. Hierfür werden zunächst die Grundlagen für eine Entscheidungsanalyse durch die Festlegung der Studienform, der Alternativen, der Perspektiven, der Datenquellen und des Zeithorizontes geschaffen. Im Mittelpunkt der Analyse des Entscheidungsproblems steht die Kosten- und Nutzenermittlung, die zwar spezifisch für das Telemedizinsystem durchgeführt wird, jedoch generelle Rückschlüsse auf die Anwendung von Telemedizin in der präklinischen Notfallrettung ermöglicht. Allgemeine Erkenntnisse lassen sich dabei in Bezug auf die Kosten vor allem im Bereich der Personenschäden und Strukturverbesserungen ableiten, im Zusammenhang mit der Nutzenermittlung werden deutsche und US-amerikanische Unfalldatenbanken ausgewertet, um die Nutzenpotentiale von Telemedizin-Anwendungen zu analysieren. Das ermittelte Basisergebnis wird einer Sensitivitätsanalyse unterzogen, um zu prüfen, wie robust es in Bezug auf die Variation ausgewählter Annahmen ist und darauf aufbauend wird eine Ergebnisbeurteilung vorgenommen.

Sowohl aufgrund der Systematik der gesundheitsökonomischen Evaluation als auch aufgrund des Studiendesigns einer ex-ante-Analyse besteht die Notwendigkeit, Annahmen zu treffen beziehungsweise Abschätzungen vorzunehmen. Diese Bewertungen und die darauf aufbauenden Ergebnisse werden diskutiert und kritisch hinterfragt. Auf dieser Grundlage werden abschließend Ausgestaltungsempfehlungen für den Einsatz des Telemedizinsystems in Deutschland entwickelt und diskutiert (*Kapitel 5*).

Auf einen Anhang wird in dieser Arbeit verzichtet. Alle wesentlichen Informationen werden in den entsprechenden Ausführungen dargestellt, weitere Informationen und Berechnungen können beim Autor eingesehen werden. Alle Personenbezeichnungen sind geschlechterneutral zu verstehen.

Exkurs: Beschreibung des Telemedizinsystems

Das Telemedizinsystem, das in seinen Grundzügen bekannt und festgelegt ist, setzt an den genannten Verbesserungspotentialen der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen an. Einerseits soll das therapiefreie Intervall durch eine automatische Unfallmeldung verkürzt, andererseits soll der Laienhelfer an der Unfallstelle zu suffizienten Erste-Hilfe-Maßnahmen angeleitet werden. Nebeneffekt der automatischen Unfallmeldung ist die Verbesserung des Meldebildes in der Rettungsleitstelle zur Disposition des geeigneten Rettungsmittels.

Das Telemedizinsystem besteht aus den beiden Ausstattungsvarianten „Automatische Unfallmeldung“ und „Telemedizin für Laienhelfer“, die getrennt, aber auch in Kombination als „Vollausstattung“ eingesetzt werden können. In der nachfolgenden Abbildung ist gezeigt, dass das System eine zentrale

Schnittstelle in der optimierten präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen einnimmt und es zu einer Aufgabenteilung zwischen Rettungsleitstelle und Telemedizincenter kommt. Gemäß der genannten Systemkomponenten liegt der Fokus auf der Optimierung der Unfallmeldung und/ oder der Verbesserung der Laienhilfe.

Unberücksichtigt bleiben an dieser Stelle mögliche Veränderungen weiterer Prozesse in der Rettungskette. So könnte beispielsweise das Notfallrettungspersonal während der Anfahrt in die telemedizinische Anleitung durch das Telemedizincenter eingebunden werden, die Unterweisung unterstützen und sich selbst auf den bevorstehenden Einsatz vorbereiten. Darüber hinaus ist denkbar, dass das Telemedizinsystem auch während der Behandlung durch das Notfallrettungspersonal vor Ort beziehungsweise während des Transportes in das Zielkrankenhaus für spezifische Problembehandlungen eingesetzt wird und das Zielkrankenhaus sich mittels der Informationen des Telemedizinsystems/ der telemedizinischen Anleitung auf die bevorstehende Einlieferung des Unfallopfers vorbereiten kann. In Bezug auf die anderen Verkehrsteilnehmer könnte das Telemedizinsystem einerseits den nachfolgenden Verkehr bezüglich des Unfallgeschehens warnen beziehungsweise potentielle Laienhelfer an den Unfallort lotsen.

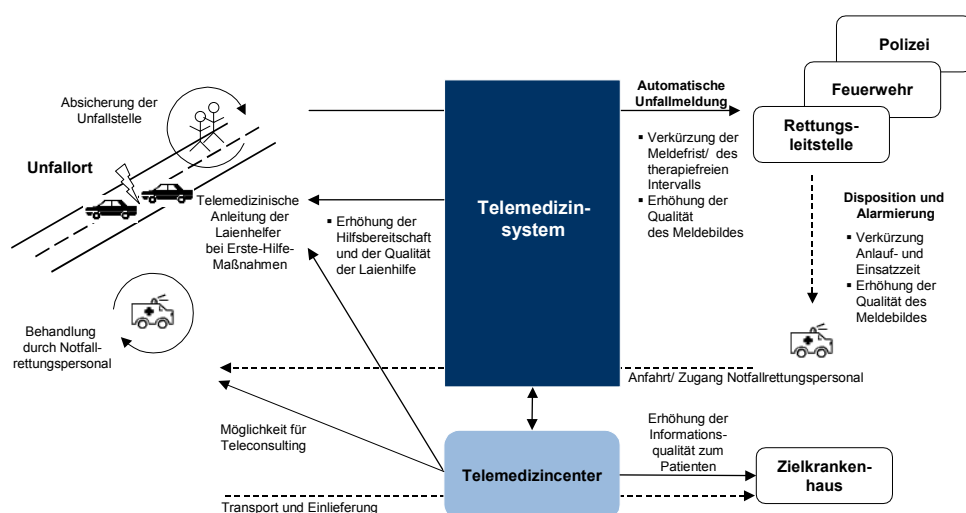


Abbildung 9: Einsatz des Telemedizinsystems in der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen

Nachfolgend werden die Funktionen des Telemedizinsystems in den Ausstattungsvarianten „Automatische Unfallmeldung“ und „Telemedizin für Laienhelfer“ beschrieben. In der „Vollausstattung“ werden die beiden Systemkomponenten kombiniert.

*Tabelle 7: Funktionsbeschreibung der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“; * Manuell ausgelöste Unfallmeldung als Funktionsmöglichkeit ohne Pkw-Crash-Sensorik*

Einsatz	Funktion	Beschreibung
Automatisch ausgelöste Unfallmeldung	Erfassungsfunktion	Bei Unfällen von Pkws mit integriertem Telemedizinsystem wird der Unfall durch Auswertung der Daten der Pkw-Crash-Sensorik detektiert (Airbag, Aufprallgeschwindigkeit, seitliche Drehung/ Überschlag, Intrusion etc.). Aus dem Navigationssystem werden die Positionsdaten ausgelesen und gemeinsam mit den Daten der Pkw-Crash-Sensorik und weiteren Zusatzinformationen über den Pkw an die Rettungsleitstelle und an das Telemedizincenter übermittelt.
	Auswertungsfunktion	Im Telemedizincenter wird durch eine automatische Auswertung der eingehenden Daten eine Prognose der Anzahl der Insassen und deren Verletzungen erstellt und eine Dispositionsempfehlung für die Rettungsleitstelle abgeleitet.
	Kommunikationsfunktion	Anschließend kann vom Telemedizincenter über das Telemedizinsystem ein Sprechkontakt in den Fahrzeuginnenraum aufgebaut werden.
Manuell ausgelöste Unfallmeldung*	Kommunikationsfunktion	Von den Insassen des Pkws kann bei einem eigenen oder einem beobachteten Unfall manuell eine Unfallmeldung über das Telemedizinsystem ausgelöst werden.
	Erfassungs-, Auswertungs- und Kommunikationsfunktion	Es werden dabei die Positionsdaten des Pkws an das Telemedizincenter übertragen und in einem so weit wie möglich interaktiven Dialog (Telefon, Display) zwischen Unfallmelder und Telemedizincenter die erforderlichen Informationen über den Unfall abgefragt.

Tabelle 8: Funktionsbeschreibung der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“

Einsatz	Funktion	Beschreibung
Telemedizinische Anleitung der Laienhelfer	Kommunikationsfunktion	Mit der Entnahme aus dem Pkw-Innenraum und der Aktivierung des Telemedizinsystems wird eine Audio-/ Videoverbindung zwischen dem Laienhelfer und einem Arzt im Telemedizincenter aufgebaut. Der Arzt kann sich ein Bild über die Unfallsituation und die verletzten Personen machen und den Laienhelfer bei den erforderlichen Erste-Hilfe-Maßnahmen anleiten.
	Diagnose-/Therapiefunktion	Zur Anleitung der Erste-Hilfe-Maßnahmen kann der Arzt auf dem Display des Telemedizinsystems ausgewählte Grafiken und Animationen einspielen. Zur Diagnose sollen die Vitalfunktionen des Unfallopfers durch Messung von EKG, Blutdruck und Sauerstoffsättigung erfasst werden. Die Diagnosedaten werden in das Telemedizincenter übertragen, dort ausgewertet und können vom anleitenden Arzt analysiert und weiterverarbeitet werden.
Interaktive Anleitung der Laienhelfer	Diagnose-/Therapiefunktion	Sollte keine Verbindung zum Telemedizincenter aufgebaut werden können, leitet das Telemedizinsystem in einem interaktiven Dialog (Touch-Screen Display, Sprachausgabe) den Laienhelfer zur Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen an. Der Laienhelfer wird über die Vitalfunktionen des Unfallopfers informiert und entsprechend weitergehend angeleitet.

Das Telemedizinsystem verfügt darüber hinaus über Dokumentationsfunktionalitäten und die entsprechenden Schnittstellen. Auf weitere technische Details wird an dieser Stelle nicht eingegangen, diese können der Darstellung der Systemkosten (*Kapitel 4.5.1.3*) entnommen werden.

Der Einsatz des Telemedizinsystems kann idealtypisch folgendermaßen beschrieben werden: „Der Fahrer F verunglückt mit seinem Pkw schwer. Automatisch sendet das Telemedizinsystem im Pkw die Daten der Pkw-Crash-Sensorik an das Telemedizincenter, wo diese unmittelbar ausgewertet werden. Die Informationen über die vermutliche Schwere der Verletzungen des Fahrers F (und möglicherweise weiterer Mitfahrer), den Unfallort und gegebenenfalls weitere Zusatzinformationen werden unverzüglich zur Disposition an die Rettungsleitstelle weitergeleitet und somit die Meldefrist minimiert und der Rettungsmiteinsatz optimiert. Der Laienhelfer L ist Zeuge des Unfalls und entnimmt nach Sicherung der Unfallstelle und Bergung des Fahrers F unverzüglich das Telemedizinsystem aus dem eigenen Pkw (oder dem Pkw des Fahrers F). Automatisch wird eine Audio- und Videoverbindung ins Telemedizincenter aufgebaut und der Laienhelfer L bei seinen weiteren Handlungen durch den Arzt A im Telemedizincenter angeleitet beziehungsweise unterstützt. Mittels der Diagnosegeräte, die der Laienhelfer L dem Fahrer F angelegt hat, werden die Vitalfunktionen des Fahrers F erfasst und im Telemedizincenter ausgewertet. Der Arzt A leitet den Laienhelfer L bei den durchzuführenden Erste-Hilfe-Maßnahmen an und sichert die Suffizienz dieser Leistungen bis zum Eintreffen des Notfallrettungspersonals am Unfallort.“

3 Methodik

Gemäß der Aufgabenstellung werden zunächst die methodischen Grundlagen der gesundheitsökonomischen Evaluation dargestellt. Darauf aufbauend wird anhand der Erkenntnisse und Empfehlungen in der Literatur eine aufgabenstellungsspezifische Schrittfolge entwickelt, die die Basis für die gesundheitsökonomische Evaluation des Telemedizinssystems darstellt. Auf weitere methodische Vorgehensweisen dieser Arbeit wird an den entsprechenden Stellen in den Ausführungen verwiesen.

3.1 Methodische Grundlagen der gesundheitsökonomischen Evaluation

3.1.1 Charakterisierung der gesundheitsökonomischen Evaluation

Die gesundheitsökonomische Evaluation ist der Überbegriff für wissenschaftliche Untersuchungen, bei denen medizinische Maßnahmen und Technologien im weitesten Sinn ökonomisch bewertet werden. Die gesundheitsökonomische Evaluation ist dadurch charakterisiert, dass eine Beurteilung der Kosten und des Nutzens (häufig auch als Effekte bezeichnet) mit dem Ziel durchgeführt wird, eine Entscheidung bezüglich der Entwicklung, Implementierung und Nutzung von medizinischen Maßnahmen und Technologien zu unterstützen [Burchert 1998, S.4ff.]. Gesundheitsökonomische Evaluationen ersetzen nicht die gesundheitspolitischen Entscheidungen – so können Effizienz- und Gerechtigkeitsüberlegungen im Konflikt zueinander stehen – sondern sind ein Hilfsmittel im gesellschaftlichen und politischen Diskussions- und Entscheidungsfindungsprozess, gerade in Zeiten knapper werdender Ressourcen und Budgets.

Da die Gesundheitsökonomie in Deutschland eine noch sehr junge Fachdisziplin ist, haben sich die Begrifflichkeiten noch nicht endgültig verfestigt. Für die sich anschließenden Ausführungen werden diese wie folgt definiert. Unter Kosten von medizinischen Maßnahmen und Technologien werden monetär bewertete Ressourcenverbräuche verstanden. Diese bestehen aus einer Mengenkomponekte und dem Preis als Bewertungskomponente. Kosteneinsparungen im Bezug auf das Referenzobjekt (zum Beispiel Verringerung der Personal- und Verwaltungskosten) werden entsprechend der Methodik der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nicht als Nutzen, sondern als eine Verminderung des Mitteleinsatzes in die Betrachtungen einbezogen. Unter Nutzen von medizinischen Maßnahmen und Technologien werden die aus der Nutzung entstehenden Wirkungen oder Nutzengrößen verstanden. Diese können beispielsweise organisatorischer Natur (zum Beispiel Steigerung der Prozessqualität) sein oder in einem veränderten Gesundheitszustand der Individuen münden (zum Beispiel Verbesserung der Lebensqualität) [Burchert 1998, S.5]. Für weitere Ausführungen zu Kosten und Nutzen wird auf die Kapitel 3.2.5 und 3.2.6 verwiesen.

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von medizinischen Maßnahmen und Technologien werden die beiden Größen miteinander ins Verhältnis gesetzt: die Kosten (inklusive Kosteneinsparungen) und die bisherigen Ressourcenverbräuche stehen im Nenner, im Zähler stehen die Ergebnisgrößen (zum

Beispiel Veränderung des Gesundheitszustandes), die durch die medizinischen Maßnahmen und Technologien erzielt werden.

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Ergebnisgröße}}{\text{Bisherige Ressourcenverbräuche} + \text{Kosten der Maßnahme/Technologie} - \text{Kosteneinsparung}}$$

Abbildung 10: Bestandteile der Wirtschaftlichkeit [Burchert 1998, S.6]

Das der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zugrunde liegende Modell kann vereinfacht auch als so genanntes Input-Prozess-Outcome-System dargestellt werden [Höher 1998, S.9]. In Bezug auf die gesundheitsökonomische Betrachtung stellen die eingesetzten Ressourcen (Menge) und die hierfür anfallenden Kosten (Preis) den Input dar. Der Prozess entspricht der Behandlung mittels der betrachteten medizinischen Maßnahme oder Technologie und als Outcome werden beispielsweise Behandlungseffekte oder Nutzenparameter in monetären Einheiten betrachtet. Input und Outcome können gemessen und zueinander in Relation gesetzt werden. Die genauere Definition und Abgrenzung der Input- und Outcomegrößen erfolgt im nachfolgenden Kapitel 3.2.

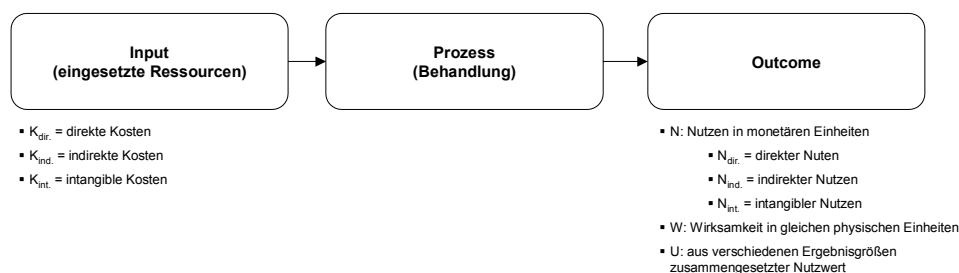


Abbildung 11: Komponenten im Input-Prozess-Outcome-System [in Anlehnung an Höher 1998, S.9; Schöffski 2002A, S.202]

3.1.2 Grundformen der gesundheitsökonomischen Evaluation

Gesundheitsökonomische Evaluationen unterliegen keinem einheitlichen Studiendesign, sondern die verschiedenen Studienformen werden nach Art der untersuchten Zielgrößen und dem analytischen Ansatz voneinander abgegrenzt. Für eine Klassifizierung der Studienformen gesundheitsökonomischer Evaluationen können diese darin unterschieden werden, ob sie bezogen auf ein Referenzobjekt einen vergleichenden (zum Beispiel Status Quo mit herkömmlicher Problemlösung versus Telemedizin-Anwendung: das heißt Vorher-Nachher-Analyse) oder einen nicht-vergleichenden Ansatz verfolgen.

Die Systematik der verschiedenen Studienformen ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt, wobei sich in der Literatur auch bezogen auf die Studienformen bisher noch keine einheitlichen Begrifflichkeiten durchgesetzt haben.

Tabelle 9: Grundformen der gesundheitsökonomischen Evaluationen [Schöffski 2002A, S.175]

Grundformen der gesundheitsökonomischen Evaluationen					
nicht-vergleichend		vergleichend			
Kosten-Analyse	Krankheits-kosten-Analyse	Kosten-Kosten-Analyse	Kosten-Nutzen-Analyse	Kosten-Wirksamkeits-Analyse	Kosten-Nutzwert-Analyse

Die unterschiedlichen Grundformen der gesundheitsökonomischen Evaluation zur Erfassung und Bewertung von Kosten- und Nutzenparametern lassen sich wie folgt beschreiben [Greiner 1999, S.45ff.; Leidl 2003; Schöffski 2002A, S.176ff.].

Kosten-Analyse

Kosten-Analysen (cost analysis) erfassen ausschließlich die mit der medizinischen Maßnahme oder Technologie verbundenen Kosten (das heißt den Input) und lassen die Effekte unberücksichtigt, die durch diese Maßnahme/ Technologie erzielt werden (zum Beispiel auf den Gesundheitszustand des Patienten). Es wird kein Vergleich zu einem Referenzobjekt durchgeführt.

Krankheitskosten-Analyse

Krankheitskosten-Analysen (cost-of-illness analysis, cost-of-disease analysis) erfassen und untersuchen als Input ausschließlich die Kosten einer bestimmten Krankheit, häufig aus der Perspektive der Gesellschaft oder der Krankenkassen. Dabei werden die direkten und indirekten Kosten inklusive der Folgekosten berücksichtigt und evaluiert. Ziel dieser Analysen ist es, Entscheidungsträger auf die voraussichtlich zu erwartenden Kosten einer Krankheit aufmerksam zu machen und Schätzungen für den Erfolg von neu zu entwickelnden Medikamenten und medizinischen Leistungen vorzunehmen beziehungsweise Anhaltspunkte für die sinnvolle Verwendung von Forschungsgeldern zu ermitteln, um eine rationalere gesundheitspolitische Prioritätensetzung und Allokationsentscheidung zu ermöglichen.

Kosten-Kosten-Analyse

Kosten-Kosten-Analysen (Kosten-Minimierungs-Analyse, cost-cost analysis, cost-minimization analysis) sind im Prinzip separate Kosten-Analysen von zwei oder mehr alternativen medizinischen Maßnahmen oder Technologien und beschränken sich auf die Erfassung, Bewertung und Gegenüberstellung der Kosten in Form der Ressourcenverbrauche von zu vergleichenden Maßnahmen/ Technologien im gleichen Kontext. Der Nutzen (zum Beispiel gesundheitsbezogene Lebensqualität) wird nicht untersucht, da davon ausgegangen wird, dass dieser für die zu vergleichenden Maßnahmen/ Technologien identisch ist, das heißt beispielsweise zu gleichwertigen medizinischen Ergebnissen führt. Ziel ist es, die kostenminimale Alternative auf der Basis der Einsatzfaktoren zu ermitteln.

Kosten-Nutzen-Analyse

In Kosten-Nutzen-Analysen (cost-benefit analysis) werden nicht nur die Ressourcenverbräuche (Kosten), sondern auch der Nutzen von medizinischen Maßnahmen oder Technologien monetär bewertet und dementsprechend in Geldeinheiten ausgedrückt. Die monetäre Nutzenbewertung basiert dabei entweder auf der Zahlungs-/ Akzeptanzbereitschaft der Nutzer oder auf dem Beitrag der Effekte zur Erhöhung des Humankapitals. Maßzahl dieser Analysen, auch für Vergleiche, ist der Nettonutzen in Geldeinheiten als Differenz aus Nutzen und Kosten.

Kosten-Wirksamkeits-Analyse

Im Rahmen von Kosten-Wirksamkeits-Analysen (Kosten-Effektivitäts-Analyse, cost-effectiveness analysis) werden für die zu vergleichenden medizinischen Maßnahmen oder Technologien die Kosten als Ressourcenverbräuche erfasst und bewertet. Der erhobene Nutzen wird durch einen einzigen Parameter beschrieben, der in seinen „natürlichen“ medizinischen und damit nicht-monetären Einheiten gemessen wird (zum Beispiel gewonnene Lebensjahre). Dementsprechend können Maßzahlen gebildet werden, die die Kosten-Wirksamkeits-Relationen beschreiben und vergleichen (zum Beispiel Vergleiche von Kosten je gewonnenem Lebensjahr) und darstellen, ob eine Behandlung mit den zu vergleichenden Maßnahmen/ Technologien einen Einfluss auf den gewählten Nutzenparameter haben. Das Ziel dieser Analyse ist es, den Umfang der Ressourcenverbräuche zu ermitteln, der zur Erzielung eines bestimmten Effektes erforderlich ist.

Kosten-Nutzwert-Analyse

In Kosten-Nutzwert-Analysen (Nutzwert-Analyse, cost-utility analysis) erfolgt die Kostenerfassung und Kostenbewertung wie bei der Kosten-Wirksamkeits-Analyse. Der Nutzen wird jedoch in Form von „Nutzwerten“ erhoben, wobei insbesondere die Qualität der medizinischen Leistungen berücksichtigt wird. Hierbei hat sich in der Gesundheitsökonomie das Konzept der „Qualitätsadjustierten Lebensjahre“ (QALYs) durchgesetzt. Danach wird aus den Auswirkungen einer medizinischen Leistung auf unterschiedliche Dimensionen der Gesundheit aus Patientensicht ein eindimensionaler Index für die Lebensqualität ermittelt. Die Nutzwerte für medizinische Maßnahmen oder Technologien werden gebildet, indem die Gewinne an Lebensjahren und Lebensqualität miteinander verrechnet werden, das heißt die Lebensdauer wird mit der Bewertung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität des Patienten gewichtet. Ergebnisse sind dann Kosten-Nutzwert-Ratios, die die Relation der Kosten je gewonnenen QALY abbilden und über das Outcome-Maß QALY mit anderen medizinischen Leistungen gegebenenfalls aus unterschiedlichen Indikationsgebieten verglichen werden können.

Die Grundformen der gesundheitsökonomischen Evaluation unterscheiden sich also insbesondere dadurch, welche Kosten- und Nutzenparameter berücksichtigt werden und welche Vergleiche zwischen den eingesetzten Ressourcen und dem medizinischen Ergebnis der Maßnahmen oder Technologien durchgeführt werden. In der nachfolgenden Tabelle wird der Einsatz der Kosten- und

Nutzenparameter der einzelnen Studienformen in Analogie zum Input-Prozess-Outcome-System (Abbildung 11) dargestellt.

Tabelle 10: Kosten- und Nutzenparameter im Input-Prozess-Outcome-System [in Anlehnung an Schöffski 2002A, S.202ff.]

Kosten- und Nutzenparameter im Input-Prozess-Outcome-System					
Kosten-Analyse	Krankheitskosten-Analyse	Kosten-Kosten-Analyse	Kosten-Nutzen-Analyse	Kosten-Wirksamkeits-Analyse	Kosten-Nutzwert-Analyse
K_{dir} oder $K_{dir}+K_{ind}$	K_{dir} oder $K_{dir}+K_{ind}$	K_{dir} oder $K_{dir}+K_{ind}$ (jeweils separat für alle zu bewertenden Maßnahmen; Vergleich durch Ergebnisdifferenz oder Ergebnisquotienten)	$(N_{dir}+N_{ind}+N_{int}) - (K_{dir}+K_{ind}+K_{int})$ oder $(N_{dir}+N_{ind}+N_{int}) / (K_{dir}+K_{ind}+K_{int})$	K_{dir} / W oder $(K_{dir}+K_{ind}) / W$ (jeweils für alle zu bewertenden Maßnahmen; der kleinste Quotient stellt die Maßnahme der Wahl dar)	K_{dir} / U oder $(K_{dir}+K_{ind}) / U$ (jeweils für alle zu bewertenden Maßnahmen; der kleinste Quotient stellt die Maßnahme der Wahl dar)

Methoden mit ausschließlicher Bewertung der Kosten (Kosten-Analyse, Krankheitskosten-Analyse, Kosten-Kosten-Analyse) sind nur dann geeignet, wenn der Nutzen als Ergebnisgröße der verglichenen Alternativen annähernd identisch ist. Methoden, bei denen neben den Kosten- auch Nutzenparameter einbezogen werden, sind für eine rationale Allokation knapper Ressourcen geeigneter, da hohe Kosten einer Anwendung allein noch keine Aussagen über die Wirtschaftlichkeit dieser Gesundheitsleistung ermöglichen.

3.2 Prinzipien und Schrittfolge der gesundheitsökonomischen Evaluation

Auf der Basis der Beschreibungen und Vorschläge in der Literatur zum Ablauf und zur Methodik von gesundheitsökonomischen Evaluationen und formalen Entscheidungsanalysen wird für die vorliegende Arbeit eine Schrittfolge entwickelt, die einerseits den Anforderungen aus der Aufgabenstellung dieser Arbeit gerecht wird und andererseits ein Mindestmaß an gemeinsamer Methodik gewährleistet, um die Ergebnisse der vorliegenden gesundheitsökonomischen Evaluation interpretieren und gegebenenfalls vergleichen zu können [Greiner 1999, S.45ff.; Perleth 1998, S.84ff.; Schöffski 2002, S.51; Siebert 2002, S.92ff.; Wasem 1999, S.123ff.]. Diese Schrittfolge ist die Grundlage für die durchgeführte gesundheitsökonomische Evaluation des Telemedizinssystems (Kapitel 4) und ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Die gezeigte Schrittfolge bezieht sich auf eine vollständige gesundheitsökonomische Evaluation, das heißt Kosten- und Nutzenparameter werden berücksichtigt und alternative Anwendungsstrategien miteinander verglichen.

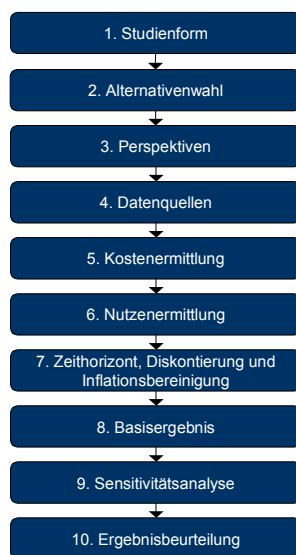


Abbildung 12: Schrittfolge der durchzuführenden gesundheitsökonomischen Evaluation

3.2.1 Studienform

In Abhängigkeit zur Fragestellung der gesundheitsökonomischen Evaluation, der Studienzielsetzungen und des vorliegenden Datenmaterials wird eine eindeutige Studienform ausgewählt, diese wird begründet und die inhaltlichen Spezifizierungen in Bezug auf die zu berücksichtigenden Kosten- und Nutzenparameter werden beschrieben. Als Studienformen sind vergleichende und Studienformen ohne vergleichenden Charakter zulässig (*Kapitel 3.1.2*).

3.2.2 Alternativenwahl

Bei einer vollständigen gesundheitsökonomischen Evaluation werden mindestens zwei alternative Anwendungsstrategien verglichen, ihre Auswahl wird begründet und die Alternativen werden detailliert beschrieben. Häufig wird hierfür die so genannte Null-Alternative als Referenzobjekt verwendet, die den Status Quo mit herkömmlicher Problemlösung beschreibt. Diese wird in Bezug auf die dann beispielsweise entstehenden (Zusatz-) Kosten- und (Zusatz-) Nutzenparameter mit der „neuen“, zu bewertenden medizinischen Leistung beziehungsweise weiteren alternativen Anwendungsstrategien verglichen. In der Realität existiert häufig eine Vielzahl an Alternativen und daher ist ihre Zahl sinnvoll zu begrenzen [*Greiner 2002A, S.209*].

3.2.3 Perspektiven

Kosten- und Nutzenparameter von medizinischen Leistungen können aus verschiedenen Perspektiven betrachtet, erfasst und bewertet werden. Dementsprechend stellt sich die Frage, um wessen Kosten und Nutzen es sich jeweils handelt. Schon aufgrund des im Gesundheitswesen auftretenden Auseinanderfallens der Sichtweisen von Nachfrager (zum Beispiel Patient), Leistungserbringer (zum Beispiel niedergelassener Arzt), Kostenträger (zum Beispiel Krankenkassen)

und der Gesellschaft wird deutlich, dass es mehrere Perspektiven zu unterscheiden und voneinander abzugrenzen gilt. Die Wahl der geeigneten eindeutigen Perspektiven hängt von der Fragestellung der gesundheitsökonomischen Evaluation ab und wird hieraus begründet. Gegebenfalls können auch verschiedene Perspektiven im Vergleich berücksichtigt werden, wobei die Annahmen und Ergebnisse für jede Studienperspektive getrennt anzugeben und nicht zu vermischen sind. Die Offenlegung und Kennzeichnung der Perspektive und damit eine Begründung für die Wahl der Kosten- und Nutzenparameter ist notwendig, da nur so gewährleistet ist, dass die Studienergebnisse richtig interpretiert werden können.

3.2.4 Datenquellen

Alle verwendeten Datenquellen sind genau zu beschreiben, ihre Auswahl hinsichtlich des Studienziels ist zu begründen und bezüglich ihrer Eignung zur Kosten- beziehungsweise Nutzenmessung und ihrer Validität zu bewerten. Häufig werden für gesundheitsökonomische Evaluationen klinische Studien, Berechnungen und Modellierungen, Datenbank- und Metaanalysen, Expertenbefragung und Literaturrecherchen durchgeführt.

3.2.5 Kostenermittlung

In Bezug auf die zur Bewertung heranzuziehenden alternativen Anwendungsstrategien und die zu berücksichtigenden Perspektiven werden alle relevanten Kostenparameter definiert, erfasst, bewertet und gemessen. Hierbei unterscheidet man zwischen direkten beziehungsweise indirekten und tangiblen beziehungsweise intangiblen Kosten. Direkte Kosten sind unmittelbar mit der Anwendung beziehungsweise Ausführung der Behandlung verbundene Ressourcenverbräuche und können in medizinische (zum Beispiel Kosten der Medikamente) und nicht-medizinische Kosten (zum Beispiel Transportkosten) unterschieden werden. Indirekte Kosten (häufig auch als Produktivitätsverluste bezeichnet) stellen die negativen externen Effekte einer Gesundheitsleistung dar und können ebenfalls in medizinische (zum Beispiel zusätzliche medizinische Kosten bei verlängerter Lebenszeit) und nicht-medizinische Kosten (zum Beispiel Verringerung der gesamtwirtschaftlichen Produktivität durch Verdienstausschlag) unterteilt werden. Während tangible Kosten monetär messbar sind, bezeichnen intangible Kosten monetär nicht direkt messbare Effekte wie Schmerz und physische Beschränkungen [Greiner 1999, S.30ff.; Greiner 2002, S.161ff.; Leidl 2003].

Tabelle 11: Kostenbeispiele nach Zurechenbarkeit und Tangibilität [in Anlehnung an Greiner 2002, S.162; Oberender 1991, S.147]

	Direkte Kosten	Indirekte Kosten
Tangibel	Kosten des ärztlichen und pflegerischen Dienstes (Personal- und Sachkosten)	Verringerung der gesamtwirtschaftlichen Produktivität, Veränderung der Lebensweise
Intangibel	Schmerzen und psychische Belastung bei der Behandlung	Einbuße an Lebensqualität wegen Gefahr der Ansteckung und aufgrund der Veränderung der Lebensweise

Die Kostenermittlung für die zu bewertende Anwendungsstrategie wird folgendermaßen durchgeführt und alle Ausführungen gelten analog für Kosteneinsparungen [Schulenburg 1995, S.52]:

- Festlegung der relevanten Kostenparameter und Erfassung deren Ressourcenverbrauche
- Bestimmung adäquater Maßeinheiten zur Quantifizierung der Kostenparameter (zum Beispiel Geld, Ressourceneinheiten)
- Definition geeigneter Bewertungsmaßstäbe (zum Beispiel Preise, Fallpauschale gemäß Gebührenordnung)
- Messung der Kosten (zum Beispiel Menge x Preis) und Aggregation

In der nachfolgenden Tabelle sind Empfehlungen aus der Literatur für Bewertungsmaßstäbe zusammengefasst:

Tabelle 12: Empfehlungen für Bewertungsmaßstäbe

Ressourcenverbrauche werden je nach Verfügbarkeit preisnah in Geldeinheiten bewertet, nichtmonetäre Kosten sind mit Hilfe von so genannten „Schattenpreisen“ in monetäre Kosten umzurechnen. Intangible Kosten sind gesondert aufzuführen und in Abhängigkeit der gewählten Studienform ist zu entscheiden, ob diese erhoben werden sollen [Hessel 1999, S.9]. In Bezug auf die Bewertung der Ressourcenverbrauche gilt es, für die **direkten und indirekten Kosten** den **Opportunitätskostenansatz** und die **Grenzbetrachtung** einzubeziehen, für **indirekte und intangible Kosten** ist darüber hinaus ein geeigneter **Berechnungsansatz** zu wählen.

Die Preise für den direkten und indirekten Ressourcenverbrauch werden mit Hilfe des so genannten **Opportunitäts- beziehungsweise Alternativkostenansatzes** berechnet. „Hierunter wird der Wert verstanden, den die für ein Programm beanspruchten Ressourcen in alternativer Verwendung für die Gesellschaft haben“ [Greiner 2002A, S.209], das heißt die Opportunitätskosten stellen den Nutzen dar, den die für die zu bewertende medizinische Leistung eingesetzten Mittel bei der nächst besten Verwendung gehabt hätten und die Bewertung der verbrauchten Ressourcen wird damit auf die Nutzenseite verlagert. Der Verzicht auf den Nutzen der nächst besten Verwendung kann insofern aufgrund des Knappheitsproblems im Gesundheitswesen (zum Beispiel Budgetierung der Gesamtausgaben) als Kosten der bewerteten medizinischen Leistung interpretiert werden. Aufgrund der durch Preisregulierung verwendeten Preise im Gesundheitswesen werden diese nur selten zur Abschätzung der Opportunitätskosten herangezogen. Eine Korrektur der Marktpreise durch die Berücksichtigung von beispielsweise Fremdbezugspreisen oder administrativen Entgeltwerten erfolgt, wenn die Diskrepanzen zu den Opportunitätskosten gravierend sind [Greiner 2002A, S.209ff.; Hoffmann 2002, S.429].

Im Rahmen der Kostenermittlung werden zur Kostenbewertung aus praktischen Erwägungen häufig **Durchschnittskosten** herangezogen. Da Durchschnittskosten sich allerdings meist gravierend von den Kosten je zusätzlich produzierter Einheit (Grenzkosten) unterscheiden, wird in der Literatur empfohlen, um eine Aussage zur Effizienz der zu bewertenden medizinischen Leistungen treffen zu können, eine **Marginal- oder Inkrementalanalyse** (allgemein: **Grenzbetrachtung**) vorzunehmen. Marginalanalysen erfassen Kosten und Nutzen einer zusätzlich produzierten (marginalen) Einheit, auch wenn sich in der Realität beispielsweise eine derartige minimale Veränderung nicht bewirken lässt und orientieren sich an der neoklassischen Theorie der Grenzkosten-Grenznutzen-Analyse. Inkrementalanalysen vergleichen Kosten und Nutzen einer medizinischen Leistung mit einer oder mehreren Alternativen und weisen die Kosten- und Nutzenunterschiede zwischen den Alternativen aus. Bei dem Alternativenvergleich werden nur die Unterschiede zwischen den betrachteten Alternativen untersucht und die dabei auszuweisenden Differenzen werden als inkrementale Kosten und Nutzen bezeichnet. In dem verwendeten Begriffsverständnis, das in der Literatur nicht einheitlich ist, besteht der Unterschied zwischen Marginal- und Inkrementalanalysen darin, dass Inkrementalanalysen die Zusatzkosten/ Zusatznutzen einer medizinischen Leistung gegenüber einer anderen medizinischen Leistung darstellen, wohingegen Marginalanalysen die Änderung der Gesamtkosten/

-nutzen einer medizinischen Leistung untersuchen, wenn die medizinische Leistung um eine (marginale) Einheit verändert wird [Greiner 1999, S.73ff.; Greiner 2002A, S.210ff.; Hessel 1999, S.17ff.; Leidl 2003].

Zur Berechnung der indirekten Kosten in Bezug auf die gesamtwirtschaftliche Produktivität wird im Allgemeinen der so genannte **Humankapitalansatz** gewählt [Greiner 1999, S.34ff.; Leidl 2003]. Indirekte Kosten einer Krankheit sind dementsprechend gerade so groß wie der Verlust an Arbeitspotential, der einer Volkswirtschaft beispielsweise durch krankheitsbedingtes Fernbleiben vom Arbeitsplatz entsteht [Greiner 2002, S.165; Hoffmann 2002, S.430]. Zur Berechnung dieser Verluste wird das bis zum Lebensende des Patienten zu erwartende Einkommen auf den Gegenwartszeitpunkt abdiskontiert. Obwohl der Humankapitalansatz aufgrund verschiedener methodischer Schwächen (zum Beispiel Annahme Vollbeschäftigung) kritisiert wird, wird dieser aufgrund seiner Praktikabilität und aufgrund des Mangels an Alternativen in der Praxis trotzdem häufig eingesetzt. Alternativ wurde der **Friktionskostenansatz** entwickelt, der eine im Humankapitalansatz verbreitete Überschätzung der Produktivitätsverluste vermeiden soll und als Produktivitätsverlust nur die Periode bis zur Neubesetzung des Arbeitsplatzes (Friktionsperiode) berücksichtigt. Da auch dem Friktionskostenansatz methodische Schwächen (zum Beispiel unzureichende Berücksichtigung der individuellen Arbeitsplatzsituation) unterstellt werden, ist für die Bewertung der Produktivitätsminderung in Geldeinheiten eine möglichst objektive Abschätzung vorzunehmen.

Eine Möglichkeit zur Messung der intangiblen Kosten ist die Messung der **Zahlungsbereitschaft**, mit der ein Individuum den potentiellen Gewinn oder Verlust an Leben oder Lebensqualität in Geldeinheiten ausdrücken würde [Höher 1998, S.11; Leidl 2003]. Die Messung erfolgt über eine Befragung, wie viel beispielsweise die befragte Person bereit wäre zu zahlen, um von einem Krankheitszustand geheilt zu werden. Diesem Befragungsverfahren wird in der Literatur verbreitet unterstellt, unethisch und/ oder unmöglich zu sein.

3.2.6 Nutzenermittlung

Unter Berücksichtigung vor allem der gewählten Studienform und der medizinischen Indikationen werden geeignete Nutzenparameter zur adäquaten Erfassung der Effekte definiert, erfasst, bewertet und gemessen. Dabei unterscheidet man in Analogie zu Kostenbetrachtung zwischen direktem Nutzen, das heißt Nutzen, der unmittelbar mit der Anwendung einer medizinische Maßnahmen direkt beim betrachteten Akteur entsteht (zum Beispiel Lebensqualitätsgewinn nach Genesung), und indirektem Nutzen als positive externe Effekte einer Gesundheitsleistung, das heißt Nutzen, der den anderen Mitgliedern der Gesellschaft entstehen (zum Beispiel erhöhte Erwerbsfähigkeit nach Transplantation). Tangible Nutzenparameter werden monetär gemessen, während intangible Nutzenparameter monetär nicht messbar sind und Effekte wie beispielsweise Freude und Wohlbefindenverbesserung beschreiben. Gerade aus Patientensicht, aber auch aus Sicht deren Sachwalter (zum Beispiel Ärzte, Krankenkasse) können intangible Effekte bedeutsam sein und eine Abschätzung kann über die Bewertung von Lebensqualitätseffekten in die ökonomische Bewertung miteinbezogen werden [Burchert 1998, S.12; Greiner 1999, S.30; Schulenburg 1995, S.51]. In der nachfolgenden Tabelle sind für diese Unterscheidungen ausgewählte Beispiele dargestellt.

Tabelle 13: Nutzenbeispiele nach Zurechenbarkeit und Tangibilität [in Anlehnung an Oberender 1991, S.147]

	Direkter Nutzen	Indirekter Nutzen
Tangibel	Vermeidung von Krankheit, Erhöhung der Lebenserwartung (quantitativ), Reduktion der Krankheitsdauer	Vermeidung von Arbeitsunfähigkeit, Steigerung/ Wiederherstellung der Arbeitsproduktivität, Fahrtkosten- und Pflegekostensparnis
Intangibel	Erhöhung der Lebenserwartung (qualitativ), unmittelbare Abwendung von Tod, Verbesserung von Sicherheit/ Verträglichkeit	Schaffung zusätzlicher Freizeit, Verminderung der Sorge um Angehörige

Als Effektmaße zur Nutzenbewertung sind beispielsweise die rein monetäre Bewertung des „Nutzens“, die „natürliche“ medizinische und damit nicht-monetäre Einheit der „Wirksamkeit“ oder die Zusammenfassung der Auswirkungen der medizinischen Leistung in Form eines einzigen Indexes als „Nutzwert“ zu unterscheiden (Kapitel 3.1.2).

Bei der Nutzenmessung wird folgendermaßen vorgegangen, wobei sich diese Vorgehensweise nicht grundsätzlich von der Kostenermittlung unterscheidet [Schulenburg 1995, S.52]:

- Festlegung und Erfassung der geeigneten Nutzenparameter
- Bestimmung adäquater Maßeinheiten zur Quantifizierung der Nutzenparameter (zum Beispiel Mortalitätsziffern)
- Definition geeigneter Bewertungsmaßstäbe (zum Beispiel Preise, Lebensqualitätseinheiten)
- Nutzenmessung und Aggregation

Ergebniswahrscheinlichkeiten für das Eintreten des Nutzens, aber auch der Kosten, können über Entscheidungsbaumverfahren (für einfachere Entscheidungssituationen) oder Markov-Modelle (für komplexe Probleme mit langem Zeithorizont, zum Beispiel mit zeitveränderlichen Risiken und Kosten) abgeschätzt und berechnet werden [Siebert 2002, S.95]. In Bezug auf die monetäre Bewertung der Nutzenparameter wird auf die Ausführungen zum Opportunitätskostenansatz und der Grenzbetrachtung im Rahmen der Kostenermittlung verwiesen, die entsprechend gelten (Kapitel 3.2.5).

3.2.7 Zeithorizont, Diskontierung und Inflationsbereinigung

Die zu bewertenden medizinischen Leistungen haben im Regelfall über einen längeren Zeitraum unterschiedliche Auswirkungen auf die Kosten- und Nutzenparameter. So gibt es beispielsweise Behandlungsmethoden, die durch sofortige hohe Kosten mit sinkendem Verlauf in den nächsten Jahren gekennzeichnet sind (zum Beispiel Anschaffungskosten einer Medizintechnologie). Dementsprechend ist der zu berücksichtigende Zeithorizont in Abhängigkeit vom Studiendesign festzulegen und zu begründen.

Gleichzeitig unterliegen Kosten- und Nutzenbewertungen einer so genannten Zeitpräferenz, das heißt künftige Kosten- und Nutzenbewertungen werden auf den Zeitpunkt der Analyse diskontiert. Der Diskontierungssatz „drückt aus, wie einzelne Wirtschaftssubjekte die zeitliche Verzögerung zwischen Kosten und Nutzen bewerten“ [Greiner 1999, S.81]. Obwohl in wissenschaftlichen Studien häufig ein Diskontierungssatz von 5% gewählt wird, gibt es keine einheitliche Vorgabe hierfür. In der Literatur werden verschiedene Meinungen für und gegen Diskontierung in Bezug auf die Kosten-, aber vor allem auf die Nutzenbewertungen und bezüglich der Höhe des Diskontierungssatzes vertreten [Greiner 1999, S.82ff.; Leidl 2003; Siebert 2002, S.119]. An dieser Stelle wird empfohlen, den Einfluss verschiedener sinnvoller Diskontierungssätze im Rahmen von Sensitivitätsanalysen zu untersuchen. Für die Frage nach der unterschiedlichen Diskontierung von Kosten- und Nutzenbewertungen wird in Analogie zu den Empfehlungen der Literatur folgendes pragmatisches Vorgehen gewählt [Greiner 2002A, S.220]: In einer Hauptrechnung werden alle monetär bewertbaren Kostenparameter diskontiert, alle übrigen Kosten- und Nutzenparameter nicht. Parallel dazu werden in einer Nebenrechnung alle relevanten Kosten- und Nutzenparameter diskontiert und mit dem Ergebnis der Hauptrechnung verglichen.

In Bezug auf eine vorzunehmende Inflationsbereinigung sind die relevanten Inflationsraten zu berücksichtigen und zu begründen und die von der Inflation betroffenen Kostenparameter zu definieren [Greiner 2002A, S.219].

3.2.8 Basisergebnis

Im Basisergebnis werden die Inhalte der vorausgegangenen Schritte erfasst, berechnet und dargestellt. Dementsprechend wird analog der ausgewählten Studienform aus der Sichtweise der jeweils definierten Perspektiven die betrachtete medizinische Maßnahme oder Technologie in Bezug auf die relevanten Kosten- und Nutzenparameter unter Beachtung der Zeitpräferenz und Inflationsbereinigung im Vergleich zu den festgelegten Alternativen analysiert. Das Ergebnis ist ein Kosten-Nutzen-Vergleich der jeweils betrachteten alternativen Anwendungsstrategie der medizinischen Maßnahme oder Technologie unter Berücksichtigung der festgelegten Annahmen. Auf die verschiedenen Ergebnisse dieses Vergleiches aufgrund der jeweiligen Spezifikation (zum Beispiel Inkremental Betrachtung) wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Die nachfolgende Darstellung fasst die wesentlichen Schritte der Ermittlung des Kosten-Nutzen-Ergebnisses im Überblick zusammen.

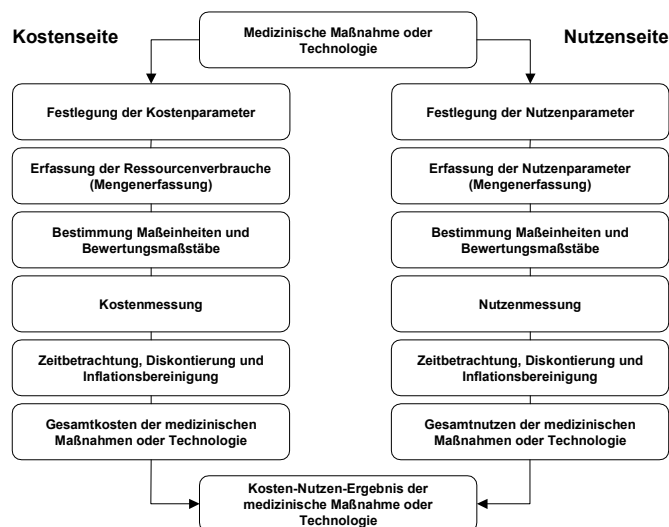


Abbildung 13: Ermittlung des Kosten-Nutzen-Ergebnisses einer medizinischen Maßnahme oder Technologie
[in Anlehnung an FAT 1982, S.17; Schulenburg 1995, S.52]

3.2.9 Sensitivitätsanalyse

Gesundheitsökonomische Evaluationen kommen ohne Annahmen und Prognosen über zukünftige Entwicklungen nicht aus und diese sind kaum ohne Subjektivität zu treffen [Greiner 1999, S.71; Schulenburg 1995, S.53]. Im Rahmen von Sensitivitätsanalysen wird daher untersucht, ob begründete Variationen in den Annahmen oder fehlende Präzision in der Schätzung von Kosten- und Nutzenparametern das Basisergebnis verändern. „Sensitivitätsanalysen sind mathematische Verfahren, welche die Auswirkungen von Modellannahmen und deren Veränderungen auf den Entscheidungsausgang untersuchen“ [Siebert 2002, S.114]. Ziel der Sensitivitätsanalysen ist es, die Stabilität der Entscheidung zu prüfen und Faktoren zu identifizieren, die einen starken Einfluss auf das Basisergebnis haben. Variiert werden können unter anderem strukturelle Annahmen, Ergebniswahrscheinlichkeiten und/ oder Bewertungen von Gesundheitszuständen. Die Bandbreite der Variation kann durch einen vorab festgelegten Veränderungsprozentsatz oder durch den Ansatz von Extremwerten bestimmt werden [Greiner 1999, S.71].

Neben einfachen Sensitivitätsanalysen (univariate Sensitivitätsanalyse) können auch multiple Annahmevariationen (multivariate Sensitivitätsanalyse) notwendig werden, um Auswirkungen aus dem Zusammenspiel verschiedener Variablen zu analysieren und Bedarf an genaueren Untersuchungen zur Fundierung der Annahmen aufzudecken. Darüber hinaus wird zwischen Schwellenwert- und Extremwertanalysen und zwischen deterministischen und probabilistischen Sensitivitätsanalysen unterschieden, auf die an dieser Stelle nicht weiter eingegangen wird [Siebert 2002, S.114ff.].

3.2.10 Ergebnisbeurteilung

Die Ergebnisse der gesundheitsökonomischen Evaluation stellen auf der Basis der Analyse, ob die zu bewertenden medizinischen Leistungen im Vergleich zu den alternativen Anwendungsstrategien medizinisch über- oder unterlegen und/ oder kostengünstiger oder kostenintensiver sind, eine Entscheidungshilfe und Diskussionsgrundlage für die Mittelverwendung auf verschiedenen Ebenen des Gesundheitswesens dar.

Hierzu werden die Ergebnisse unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen und der Datenqualität innerhalb des medizinischen und ökonomischen Kontextes bewertet und interpretiert. Neben den ökonomischen Gesichtspunkten gilt es dabei auch die Aspekte der Verteilungsgerechtigkeit und andere ethische Kriterien einzubeziehen. Der Einfluss von unsicheren und verzerrten Parameterschätzungen und der Variation dieser unsicheren Variablen auf das Ergebnis ist zu diskutieren. Bei der Interpretation der Ergebnisse sind die Rahmenbedingungen im Gesundheitssystem, die Kosten-Effekt-Relationen anderer medizinischer Maßnahmen oder Technologien und die eingenommene Perspektive zu berücksichtigen. Abschließend sind auch Aussagen über die Generalisierung und Übertragbarkeit der Schlussfolgerungen zu machen [Siebert 2002, S.95].

4 Ergebnisbeschreibung

In Analogie zu der im *Kapitel 3.2* entwickelten und dargestellten Schrittfolge werden nachfolgend die Ergebnisse der gesundheitsökonomischen Evaluation des Telemedizinsystems anhand dieser Schritte vollständig beschrieben und inhaltlich spezifiziert. Für die Beschreibung der Funktionalitäten des Telemedizinsystems wird auf den Exkurs im *Kapitel 2* verwiesen.

4.1 Studienform

4.1.1 Auswahl und Beschreibung der Studienform

Die vorliegende Arbeit basiert auf einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse als Studienform der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zum Vergleich der relevanten Kosten- und Nutzenparameter des Telemedizinsystems.

Die Kosten-Wirksamkeits-Analyse bietet die Möglichkeit, die zu bewertenden Nutzenparameter des Telemedizinsystems im Rahmen der gesundheitsökonomischen Evaluation zu berücksichtigen, ohne dass der Nutzen in monetären Einheiten erfasst werden muss [Schöffski 2002A, S.192ff.]. Der Nutzen wird in „natürlichen“ medizinischen oder epidemiologischen Outcome-Parametern gemessen. Als Parameter kommen beispielsweise „gewonnene symptomfreie Tage“, „gewonnene Arbeitstage“ oder „gewonnene Lebensjahre“ in Frage. Diese werden unterschieden in finale Outcome-Parametern (zum Beispiel gewonnene Lebensjahre) und intermediäre Outcome-Parametern (zum Beispiel erfolgreich behandelte Patienten). Somit besteht nicht die Notwendigkeit, den Nutzen des Telemedizinsystems in Geldeinheiten auszudrücken [Greiner 1999, S.62]. Dem messbaren Nutzen werden die relevanten direkten und indirekten Kosten des Telemedizinsystems gegenübergestellt. Für die Auswahl und Ermittlung der Kosten- und Nutzenparameter und die weiteren Spezifizierungen für die Evaluation des Telemedizinsystems wird auf die nachfolgend dargestellten Schritte verwiesen.

4.1.2 Begründung der Auswahl der Studienform

Aufgrund der Aufgabenstellung kommt für die gesundheitsökonomische Evaluation des Telemedizinsystems nur eine vollständige Evaluation in Frage. Hierfür müssen mindestens zwei alternative Anwendungsstrategien verglichen und sowohl die Kosten- als auch Nutzenparameter des Telemedizinsystems bestimmt und in Relation zueinander gesetzt werden. Dies ist einerseits darin begründet, dass verschiedene alternative Anwendungsstrategien des Telemedizinsystems mit dem Status Quo der herkömmlichen Problemlösung des „Nicht-Einsatzes“ (= Null-Alternative als Referenzobjekt) verglichen werden sollen (*Kapitel 3.2.2*) und daher die nicht-vergleichenden Studienformen wie beispielsweise Kosten- und Krankheitskosten-Analysen nicht zu berücksichtigen sind. Zum zweiten soll der medizinische Nutzen des Telemedizinsystems in die Evaluation einbezogen werden und daher schließt sich die Kosten-Kosten-Analyse aus (*Kapitel 3.1.2*). Dementsprechend kommen als Studienform für die gesundheitsökonomische Evaluation des

Telemedizinsystems grundsätzlich nur die Kosten-Nutzen-, Kosten-Wirksamkeits- und Kosten-Nutzwert-Analysen in Frage.

Die Monetarisierung des Nutzens bei Kosten-Nutzen-Analysen unterliegt in der Praxis erheblichen Bewertungsrestriktionen beziehungsweise kann partiell nicht erfasst werden und ist daher häufig eher theoretisch. Im Zweifel können nur monetär bewertbare Nutzenparameter berücksichtigt werden und dies führt zum Teil zu einer Unvollständigkeit beziehungsweise Verzerrung der Analyse. Dies ist im Zusammenhang mit der Evaluation des Telemedizinsystems problematisch, weil die rein monetäre Sichtweise in Bezug auf die angestrebte Messung der medizinischen Effekte beispielsweise in Form von gewonnenen Lebensjahren zu kurz greift. Insbesondere die monetäre Nutzenbewertung von gewonnenen Lebensjahren ist sehr umstritten, da damit eine Reihe von ethischen und methodischen Problemen verbunden ist [Greiner 1999, S.61]. Daher wird hier davon abgesehen, die Kosten-Nutzen-Analyse zur Evaluation des Telemedizinsystems einzusetzen.

Die Anwendung von Kosten-Nutzwert-Analysen schließt sich aus, da im Rahmen der vorliegenden Evaluation und der retrospektiven Datenanalyse keine ausreichenden Informationen vorliegen, die eine Aussage über die Veränderung der Lebensqualität bei Unfallopfern ermöglichen würden (Kapitel 4.4). Diese Informationen wären Voraussetzung für eine Erfassung der Nutzwerte, können aber auch nicht nachträglich durch Befragungen oder ähnliches erhoben oder durch weitere Sekundärquellen erfasst werden. Darüber hinaus wird die Anwendung von Kosten-Nutzwert-Analysen aus methodischen, aber auch aus ethischen und gesundheitspolitischen Aspekten durchaus kritisch diskutiert.

Aufgrund der dargestellten methodischen, aber auch praktischen Restriktionen und aufgrund der verfügbaren Datenbasis wird das Telemedizinsystem mittels einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse evaluiert. Kosten-Nutzen- und Kosten-Nutzwert-Analysen sind trotz des Vorteils, dass Allokationsentscheidungen über Indikationsgrenzen hinaus möglich sind, im Falle der Nutzenbewertung des Telemedizinsystems mit dem grundlegenden methodischen Problem behaftet, dass deren Nutzenparameter in beiden Fällen aggregiert werden müssen (in Geld- oder Nutzwerteinheiten). Diese Herausforderung spiegelt sich auch in der Literatur und in der Praxis im Gesundheitswesen wieder und ist eine der wesentlichen Gründe dafür, dass Kosten-Wirksamkeits-Analysen aktuell in der Praxis häufiger durchgeführt werden als Kosten-Nutzen- und Kosten-Nutzwert-Analysen [Schöffski 2002A, S.193].

Kritisch beurteilt werden Kosten-Wirksamkeits-Analysen im Wesentlichen in zwei Punkten. Zum einen wird kritisiert, dass diese Analysen nicht die Lebensqualität (beispielsweise Schmerzen von Patienten) in die Entscheidungsfindung einbeziehen, sondern nur auf „technisch“ definierte Ergebnisgrößen setzen. Da allerdings auf der Basis der verfügbaren Daten für die vorliegende gesundheitsökonomische Evaluation keine Informationen zur Lebensqualität von Unfallopfern vorliegen, können diese Informationen nicht berücksichtigt werden. Zweiter wesentlicher Kritikpunkt ist, dass Kosten-Wirksamkeits-Analysen nur innerhalb einer Indikation eingesetzt werden können, da

nur hier vergleichbare medizinische Ergebnisgrößen aussagekräftig sind. Aufgrund der Aufgabenstellung bezieht sich die gesundheitsökonomische Evaluation nur auf eine Indikation (Einsatz eines Telemedizinsystems in verschiedenen Ausstattungsvarianten). Aufgrund der Komplexität der Fragestellung ist eine Normierung des Ergebnisses und damit eine Vergleichbarkeit mit alternativen Anwendungen weder realistisch noch Zielsetzung der Aufgabenstellung [Schöffski 2002A, S.200ff.].

4.2 Alternativenwahl

4.2.1 Referenzobjekt

Kosten-Wirksamkeits-Analysen sind vergleichende Analysen, das heißt eine medizinische Maßnahme/ Technologie wird mit einem Referenzobjekt verglichen und die medizinischen Effekte (= Wirksamkeit) können besser oder schlechter und die damit verbundenen Kosten höher oder niedriger sein. Als Referenzobjekt für die vorliegende Kosten-Wirksamkeits-Analyse des Telemedizinsystems wird der Status Quo der heutigen präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen gewählt, das heißt Vergleichsmaßstab ist der „Nicht-Einsatz“ von Telemedizin in der präklinischen Notfallrettung. Dies ermöglicht einen Vergleich der aktuellen Ist-Situation mit dem potentiellen Einsatz des Systems [Greiner 1999, S.73]. Dieser Zusammenhang wird graphisch in der nachfolgenden 4-Felder-Matrix verdeutlicht.

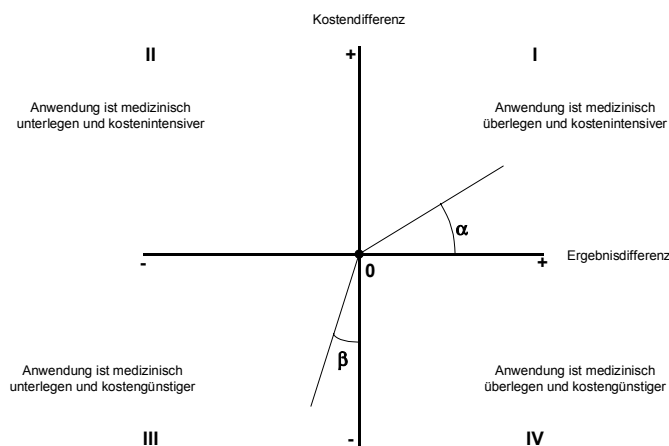


Abbildung 14: 4-Felder-Matrix zur Kosten-Wirksamkeit [in Anlehnung an Schöffski 2002A, S.187]

Der Nullpunkt stellt die Null-Alternative dar, das heißt den Status Quo ohne Einsatz des Telemedizinsystems. Es stellt sich nun die Frage, ob eine alternative Anwendungsstrategie des Telemedizinsystems diesem Status Quo vorgezogen werden soll:

- Im Quadranten I ist die Anwendung medizinisch überlegen, die Kosten liegen allerdings über denen der Null-Alternative. Die Entscheidung für oder gegen die alternative Anwendungsstrategie des Telemedizinsystems hängt davon ab, welches Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis akzeptiert wird. Je kleiner der Winkel α ist, desto kostengünstiger wird der medizinische Effekt erzielt.

- Im Quadranten II und IV ist die Entscheidung eindeutig: Im Quadranten II dominiert die Null-Alternative sowohl hinsichtlich der Kosten als auch der Wirksamkeit und entsprechend ist die Beibehaltung des Status Quo vorzuziehen. Im Quadranten IV dagegen dominiert die alternative Anwendungsstrategie des Telemedizinsystems die Null-Alternative in Bezug auf Kosten und Wirksamkeit und sollte daher eingesetzt werden.
- Im Quadranten III ist die Anwendung medizinisch unterlegen, die damit verbundenen Kosten liegen allerdings unter denen der Null-Alternative. Obwohl der medizinische Effekt schlechter ist, muss die Entscheidung wiederum im Kontext des Vergleiches des Kosten-Wirksamkeits-Verhältnisses erfolgen. Die Beibehaltung der Null-Alternative und damit die Erzielung von einem zusätzlichen medizinischen Effekt im Vergleich zur Anwendung kann eventuell nur zu hohen vergleichbaren Kosten erreicht werden. Diese Ressourcen können gegebenenfalls in einem anderen Bereich des Gesundheitswesens besser eingesetzt werden. Je kleiner der Winkel β ist, desto größer ist die Kosteneinsparung. Auch medizinisch unterlegene Anwendungen können kosteneffektiv sein. In der Praxis hat sich allerdings herausgestellt, dass mittels Innovationen zunächst versucht wird, einen besseren medizinischen Effekt zu erzielen. Erst im zweiten Schritt werden die Kostenimplikationen überprüft.

4.2.2 Vergleich mit alternativen Anwendungsstrategien

Im Rahmen der Kosten-Wirksamkeits-Analyse des Telemedizinsystems werden ausgewählte alternative Anwendungsstrategien im Vergleich zum Referenzobjekt miteinander verglichen. Analog des ökonomischen Prinzips, entweder bei einem gegebenen Input einen möglichst hohen Output zu erzielen (Maximalprinzip) oder bei einem gegebenen Output einen möglichst geringen Input aufzuwenden (Minimalprinzip), kann in der Gegenüberstellung dieser alternativen Anwendungsstrategien das optimale Input-Output-Verhältnis erreicht werden.

In Bezug auf den Einsatz des Telemedizinsystems werden drei alternative Anwendungsstrategien mit dem Referenzobjekt verglichen, die sich auf die möglichen Ausstattungsvarianten des Systems beziehen (*Kapitel 2*):

- Anwendungsstrategie I: „Automatische Unfallmeldung“
- Anwendungsstrategie II: „Telemedizin für Laienhelfer“
- Anwendungsstrategie III: „Vollausstattung“: diese besteht aus den Systemkomponenten „Automatische Unfallmeldung“ und „Telemedizin für Laienhelfer“

An dieser Stelle werden die alternativen Anwendungsstrategien des Telemedizinsystems nicht mit etablierten Behandlungsmethoden oder ähnlichen verglichen. Im *Kapitel 5.3.2* wird die Kosten-Wirksamkeit von Verkehrssicherheitsmaßnahmen zur Interpretation herangezogen.

4.3 Perspektiven

In der Kosten-Wirksamkeits-Analyse des Telemedizinsystems werden die beiden Perspektiven Gesellschafts- und Krankenkassensicht berücksichtigt. Es werden bewusst unterschiedliche Perspektiven berücksichtigt und voneinander abgegrenzt, da darauf aufbauend ein wirklichkeitsnahes

Umsetzungsszenario für das Telemedizinsystem zur Diskussion gestellt wird. Das heißt die Kosten-Wirksamkeits-Analyse wird aus den unterschiedlichen Sichtweisen der gewählten Perspektiven durchgeführt und die Ergebnisse dieser Betrachtung werden in einer Ausgestaltungsempfehlung (*Kapitel 5.4*) zusammengeführt. Für sämtliche Kosten- und Nutzenparameter wird im Rahmen der Ergebnisberechnungen darauf hingewiesen, aus welcher Perspektive diese betrachtet werden.

4.3.1 Sichtweise der Gesellschaft

Die gesellschaftliche Perspektive wird ausgewählt, da diese die umfassendste Perspektive ist und alle Kosten- und Nutzenparameter berücksichtigt, unabhängig davon, wer sie trägt beziehungsweise wem sie zugute kommen [Greiner 2002A, S.206ff.]. Gerade für die Gesamtabschätzung der Wirtschaftlichkeit des Telemedizinsystems sind die Berücksichtigung der unterschiedlichen Sichtweisen und ihr Zusammenführen in der gesellschaftlichen Perspektive erforderlich. In den Einzelperspektiven werden dagegen jeweils nur Teile der Kosten- und Nutzenparameter erfasst und dies würde isoliert betrachtet zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen [Burchert 1998, S.6]. Nur durch die Berücksichtigung der Auswirkungen des Telemedizinsystems auf die gesamte Volkswirtschaft kann erkannt werden, worauf die Gesellschaft verzichtet, wenn eine Entscheidung gegen den Einsatz des Telemedizinsystems getroffen wird beziehungsweise welche Folgewirkungen eventuell mit dem Einsatz verbunden sind [Schulenburg 1995, S.61]. Darüber hinaus ist durch die Berücksichtigung der Gesellschaftssicht am ehesten ein konsistenter Vergleich mit anderen Studien möglich, da diese Sichtweise im Rahmen von gesundheitsökonomischen Evaluationen am häufigsten gewählt wird.

4.3.2 Sichtweise der Krankenkassen

Als zweite Perspektive wird die Sicht der Krankenkassen gewählt, wobei nicht zwischen gesetzlichen und privaten Krankenkassen unterschieden wird. Die Krankenkassen sind neben den Unfall-, Pflege-, Renten- und Haftpflichtversicherungen einer der wesentlichen Kostenträger bei Verkehrsunfällen und neben den Leistungserbringern die Handelnden im deutschen Gesundheitssystem [Rebscher 1996, S.29ff.]. Auf die Problematik der Kostenabgrenzung zwischen den beteiligten Kostenträgern (zum Beispiel Transferleistungen) wird im Rahmen der Kostenermittlung (*Kapitel 4.5*) eingegangen.

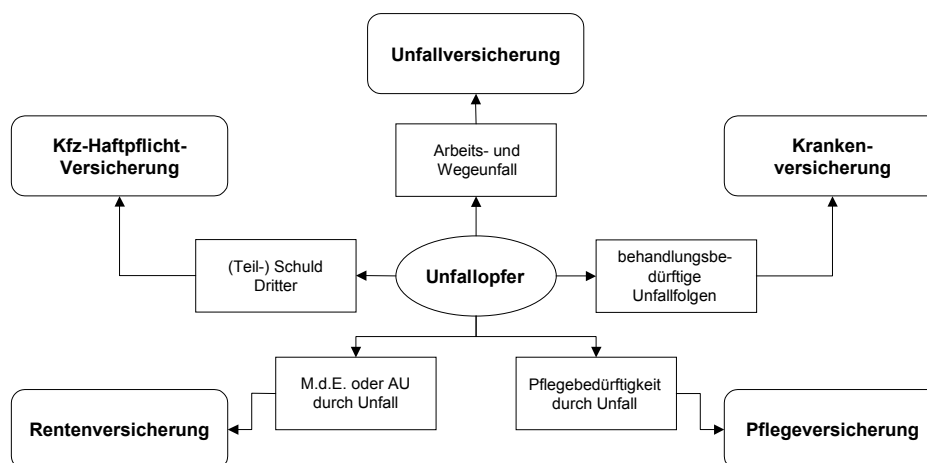


Abbildung 15: Struktur der Unfallkostenträger in Deutschland [in Anlehnung an Baum 1999, S.17]

Grundsätzlich sind technische Neuerungen kein Selbstzweck, sondern werden am Ende am Nutzen für den Patienten gemessen. Und obwohl zumindest den gesetzlichen Krankenkassen, die Finanzierung von Forschung verboten ist und Projekte im Bereich von medizinisch-technischen Geräten nicht einmal Gegenstand von Modellvorhaben sein dürfen [Heckenstaller 2003, S.39ff.], ist davon auszugehen, dass vor allem die Krankenkassen von einer Reduzierung der Unfallfolgekosten durch den Einsatz des Telemedizinsystems budgetwirksam profitieren würden. Dementsprechend wären diese bei der Realisierung des Systems maßgeblich an der Entscheidung über die Kostenerstattung beziehungsweise eine Aufteilung der Kosten beteiligt und würden Informationen über die relevanten Kosten- und Nutzenparameter benötigen. Bisher stehen die Krankenkassen telemedizinischen Anwendungen unter anderem aufgrund von fehlenden Effizienznachweisen zum Teil sehr kritisch gegenüber [Gemünden 2005].

Gerade in deutschen gesundheitsökonomischen Evaluationen wird häufig die Perspektive der Krankenkassen einbezogen, um die Sicht eines wesentlichen Kostenträgers und damit potentiellen Finanziers zu berücksichtigen [Greiner 1999, S.78].

4.4 Datenquellen

Ein generelles Problem bei der Durchführung von gesundheitsökonomischen Evaluationen ist die zum Teil unzureichende statistische Datenlage in Deutschland. Auch für die vorliegende Kosten-Wirksamkeits-Analyse muss festgestellt werden, dass die Informationen, die zur Berechnung der Kosten-, aber auch zur Abschätzung der Nutzenparameter benötigt werden, nicht vollständig verfügbar sind. Gerade für den Rettungsdienst in Deutschland stellt sich die Datenlage als im hohen Maß intransparent dar. Es gibt kaum einheitliche Statistiken und die Angaben der Bundesländer zu Mengen und Preisen sind zum Teil lückenhaft und nicht untereinander vergleichbar. Entsprechend kann auf Abstraktionen, Hypothesen und Annahmen nicht verzichtet werden, um zu einem pragmatischen Ergebnis zu kommen. Da die Daten zum Teil nicht die benötigte Tiefengliederung haben, sind Zusatzberechnungen, Modifizierungen und Bewertungen unumgänglich. Vereinzelt sind

Daten nicht für das Bezugsjahr 2002 verfügbar, so dass Hochrechnungen und Abschätzungen nach objektiv nachvollziehbaren Kriterien durchgeführt werden. In den entsprechenden Textpassagen wird auf die vorgenommenen Bewertungen und die eingesetzten Datenquellen verwiesen.

In Bezug auf den Aggregationsgrad der genutzten Daten wird für die Auswertung der Informationen vor allem der top-down-Ansatz gewählt [Schöffski 2002, S.53]. Es werden hoch aggregierte Daten (beispielsweise Destatis) verwendet, die auf die gewünschte Aussagenebene herunter gebrochen werden, indem plausible Schlüsselungen vorgenommen werden. Die sich ergebenden Einschränkungen, da die vorliegenden Daten nicht spezifisch für die Aufgabenstellung erhoben worden sind und in unterschiedlicher Güte und Vollständigkeit vorliegen, werden über plausible Annahmen berücksichtigt. In Bezug auf die Zeit werden die Daten vor allem retrospektiv anhand von meist sekundärstatistischem Material erfasst. Das heißt, die Daten werden überwiegend aus öffentlich zugänglichen amtlichen oder administrativen Statistiken, Studien, Sonderauswertungen und Datenbanken gewonnen, die gleichfalls wiederum auf Primärdaten beruhen. Trotz diverser Nachteile (zum Beispiel keine Erfassung von Lebensqualitätsparametern) bietet die retrospektive Vorgehensweise gerade bei eher ökonomischen Betrachtungen den Vorteil, dass die Daten schnell und günstig zu erfassen sind, das künstliche Design einer prospektiven Prüfung entfällt, größere Fallzahlen möglich sind und generalisierende Aussagen getroffen werden können [Schöffski 2002, S.54]. Eine prospektive Studie ist in diesem Rahmen aus Organisations-, Zeit- und Kostengründen nicht möglich. Für die Auswertungen von Unfalldatenbanken (GIDAS, NASS/ CDS) werden Primärdaten verwendet. Zusätzlich werden weitere Informationen und Plausibilitätsprüfungen durch die persönliche Befragung von anerkannten Experten der jeweils relevanten Institutionen (unter anderem Rettungsdienst, Rettungsleitstelle, Kostenträger, Destatis, BMGS, BAST) gewonnen. Die wesentlichen Datenquellen sind nachfolgend aufgelistet.

Tabelle 14: Datenquellen

Daten	Quellen
Fahrzeugzulassungen Deutschland 2002	Kraffahrt-Bundesamt
Abschätzung Systemkosten Telemedizinsystem	AIDER/ E-MERGE
Volkswirtschaftliche Kosten der Personenschäden für Verkehrsunfälle 1994	BAST
Personenschäden bei Verkehrsunfällen 2002	Destatis
Gesundheitsausgaben Deutschland 1994-2002	OECD
Bruttolohn/ -gehalt 2002	Destatis
Arbeitsunfähigkeit leicht- und schwerverletzter Personen bei Verkehrsunfällen 1994	BAST
Leistungsfälle und -tage 2002	BMGS
Altersstruktur verunglückter Personen bei Verkehrsunfällen 2002	Destatis
Erwerbsquote 2002	Destatis

Leistungen des Rettungsdienstes 2000	BASt
Fehlfahrtenquote im Rettungsdienst 2000	Destatis
Nachalarmierungen im Rettungsdienst 1994	Puhan 1994
Unfalldaten/ Unfallforschung Deutschland 1999-2003	GIDAS
Unfalldaten/ Unfallforschung USA 1997-2003	CDS/ NASS
Sterbetafel 2002	Destatis
Getötete und verletzte Unfallopfer nach Alters- und Benutzergruppen 2002	Destatis

4.5 Kostenermittlung

In Analogie zur beschriebenen Vorgehensweise der Kostenermittlung (*Kapitel 3.2.5*) werden die relevanten Kostenparameter für den Einsatz des Telemedizin systems in ihrer Struktur festgelegt und erfasst, die adäquaten Maßeinheiten bestimmt und geeignete Bewertungsmaßstäbe definiert. Die Kostenmessung, die im Falle des Telemedizin systems beispielsweise für die Berechnung der Personenschäden von der Nutzenermittlung abhängig ist, erfolgt im *Kapitel 4.8*. Im Rahmen der vorliegenden Kosten-Wirksamkeits-Analyse wird auf die Erhebung intangibler Kosten verzichtet. Einerseits sind diese Informationen den verwendeten Datenquellen nicht zu entnehmen, andererseits werden diese aufgrund der Erfassungs- und Bewertungsproblematik in die Analysen nicht einbezogen.

Als relevante Kostenparameter werden in die Analyse die Kosten des Telemedizin systems, die Kosten der Personenschäden bei Verkehrsunfällen und Einsparpotentiale in den Strukturkosten des Rettungsdienstes durch den Einsatz des Telemedizin systems einbezogen. Bezugsjahr ist das Jahr 2002 (*Kapitel 4.7*). Die Kostenermittlung und -abgrenzung für Personenschäden und Strukturkosten im Rettungsdienst ist in der Literatur zum Teil wenig transparent beziehungsweise nachvollziehbar und teilweise weichen die vorliegenden Zahlen in den verschiedenen Quellen deutlich voneinander ab. Dementsprechend wird fallbezogen ein pragmatisches Vorgehen gewählt und dieses mit den entsprechenden Annahmen und Festlegungen ergänzt.

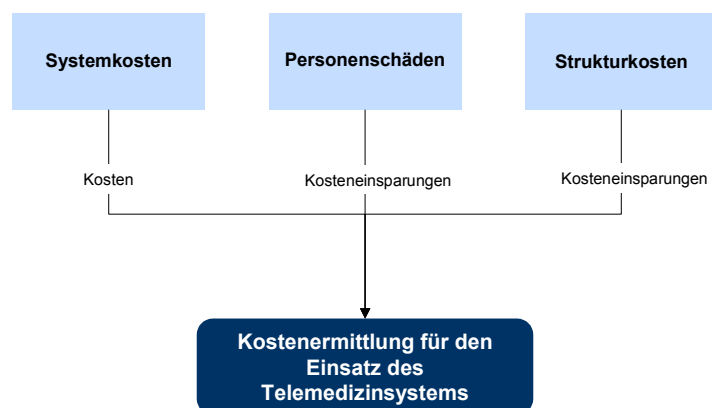


Abbildung 16: Vorgehensweise bei der Kostenermittlung für den Einsatz des Telemedizinsystems

4.5.1 Kosten des Telemedizinsystems

Die Funktionsweise des Telemedizinsystems, auf das diese Kostenbetrachtung basiert, wird im *Kapitel 2* dargestellt. Für die Abschätzung der Kosten des Telemedizinsystems ist es notwendig, wesentliche Festlegungen zu treffen. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse (*Kapitel 4.9*) wird ein Teil dieser Annahmen variiert und die Auswirkungen auf das Ergebnis dargestellt. Folgende Festlegungen werden getroffen:

- Der Einsatz des Telemedizinsystems ist in Deutschland für Neu-Fahrzeuge gesetzlich vorgeschrieben und/ oder wird steuerlich entsprechend gefördert, so dass alle Neu-Fahrzeuge damit ausgestattet werden.
- In Deutschland werden pro Jahr (Stand 2002) 3,3 Mio. Pkws neu zugelassen und entsprechend werden pro Jahr 3,3 Mio. Telemedizinsysteme in diese Neu-Fahrzeuge von den Automobilherstellern eingebaut. Dies entspricht bei circa 44,4 Mio. zugelassenen Pkws einem Anteil von etwa 7,5% [*Kraftfahrt-Bundesamt 2005; Kraftfahrt-Bundesamt 2005A*]. Weitere 2,5% der Pkw-Halter werden jährlich aufgrund steuerlicher Anreizsysteme von einer Nachrüstung mit dem System überzeugt (1,1 Mio. Pkws), so dass innerhalb von zehn Jahren 100% der in Deutschland zugelassenen Pkws mit dem Telemedizinsystem ausgerüstet sind. Es gibt keinen Preisunterschied zwischen Einbau bei Produktion und Nachrüstung.
- Weitere Fahrzeuge (zum Beispiel Kraftomnibusse und Lastkraftwagen) werden an dieser Stelle nicht berücksichtigt.
- Käufer des Telemedizinsystems ist der Käufer des Neufahrzeuges beziehungsweise Halter des Pkws.
- Der gewählte Betrachtungszeitraum der Systemkosten ist drei Jahre, das heißt bezüglich der Kosten wird mit einer 3-Jahres-Serie kalkuliert; bei anschließenden Neuentwicklungen bleibt die Kostensituation unverändert; Kostensenkungspotentiale werden durch Innovationen „aufgezerrt“.
- Vier Anbieter teilen sich den Markt in Deutschland und produzieren jährlich jeweils circa 1,1 Mio. Telemedizinsysteme. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wird überprüft, wie sich die Kostensituation bei der Annahme auswirkt, dass ein Monopol-Anbieter das jährliche

Absatzvolumen von 4,4 Mio. Stück alleine produziert. Dabei wird unterstellt, dass der Monopol-Anbieter die Kostenersparnis aufgrund der Mengeneffekte an den Markt weitergibt.

- Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse werden die Veränderungen der Stückkosten aufgrund der Variationen der jährlich produzierten Systeme, der Anbieterzahl, des Steigerungs-%-Satzes (unter anderem aufgrund der Marge) und aus Sicht der Krankenkassen die Veränderung der Kostenbeteiligung analysiert.

4.5.1.1 Festlegung der Kostenparameter

Die Strukturierung der Kostenpositionen orientiert sich an den technologischen und organisatorischen Bedingungen des Einsatzes des Telemedizinssystems, vor allem in Bezug auf die Technologie- und Implementierungskosten [Schulenburg 1995, S.77ff.]. Die Entwicklungs- und Einführungskosten sind dagegen in erheblichem Maß anwendungsspezifisch und werden durch die jeweiligen Szenarien bestimmt. Die folgenden Kostenbestandteile werden bei der Kostenkalkulation des Telemedizinssystems berücksichtigt:

- Entwicklungs- und Einführungskosten, zum Beispiel Kosten für die Entwicklung der technologischen Reife des Telemedizinssystems und die Markteinführung
- Technologiekosten, zum Beispiel Hardware (unter anderem Gehäuse, Display) und Software (zum Beispiel für Telemedizinssystem und Server im Telemedizincenter)
- Implementierungskosten, zum Beispiel Einbau der Telemedizinssysteme
- Betriebskosten, zum Beispiel Personalkosten (unter anderem Mitarbeiterschulungen)

4.5.1.2 Bestimmung der Maßeinheiten

Die Abschätzung der Kosten des Telemedizinssystems wird in enger Abstimmung mit Medizinern unter anderem aus dem Bereich Telemedizin und Notfallrettung, Experten aus dem Bereich Medizin- und Informationstechnik (unter anderem Diagnostik und Kommunikation) und Fachleuten für Softwareentwicklung vorgenommen. Darüber hinaus werden zur Kostenabschätzung gängige Lösungen im Bereich der Medizintechnik, Personal Digital Assistant Systeme und Annahmen aus Telemedizin-Konzeptionen wie „E-MERGE“ und „AIDER“ berücksichtigt. Die vorliegende Darstellung stellt jedoch lediglich eine „grobe“ Abschätzung unter Einbeziehung realistischer Annahmen dar und erhebt nicht den Anspruch auf absolute Verlässlichkeit.

Die Kosten des Telemedizinssystems werden basierend auf den Ressourcenverbräuchen in „€“ berechnet. Dabei werden aus praktischen Erwägungen heraus Durchschnittskosten für die dargestellten Stückzahlen herangezogen. Mit der Unterstellung, dass sich die Anbieter des Telemedizinssystems im Betriebsoptimum (Durchschnittskostenminimum) befinden, sind die Durchschnittskosten ein guter Schätzer für die eigentlich geforderten langfristigen Grenzkosten der Leistungserbringung [Hessel 1999, S.17ff.]. Der Opportunitätskostenansatz findet keine Beachtung, da davon ausgegangen wird, dass das Telemedizinssystem mit „neuem“ Geld finanziert wird und dementsprechend kein Verzicht auf andere Leistungen notwendig ist. Zum Vergleich der alternativen

Anwendungsstrategien werden Inkrementalbetrachtungen vorgenommen, das heißt, dass die Kostenunterschiede zwischen den alternativen Anwendungsstrategien in Bezug auf das Referenzobjekt untersucht werden. In Analogie zu den Empfehlungen der kanadischen Guidelines zur gesundheitsökonomischen Evaluation können unter Einbeziehung der Durchschnittskosten die Anwendungsstrategien untereinander, aber auch gegebenenfalls mit anderen medizinischen Maßnahmen oder Technologien verglichen werden. Eine Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse auf andere Versorgungssettings ist so möglich. Auf Marginalbetrachtungen wird in der vorliegenden Kosten-Wirksamkeits-Analyse verzichtet. Einerseits wäre die Ermittlung der Grenzwerte sehr aufwendig und eher theoretisch und andererseits sind gerade beim Vergleich mehrerer Alternativen nicht nur die Kosten der nächsten Inputeinheit, sondern alle einzusparenden Ressourcenverbräuche relevant, was die Anwendung der Grenzbetrachtung bezogen auf das Telemedizinssystem nochmals erschweren würde [Greiner 1999, S.73ff.; Greiner 2002A, S.210].

4.5.1.3 Definition der Bewertungsmaßstäbe und Kostenmessung

Funktionen und Funktionsbeschreibung der Ausstattungsvarianten

Im Rahmen der Kalkulation des Telemedizinssystems werden für die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ die folgenden Bestandteile und Funktionalitäten berücksichtigt:

- Gehäuse des Telemedizinssystems, fest verankert im Pkw
- Schnittstellen des Telemedizinssystems zum Pkw zum Beispiel zur Pkw-Crash-Sensorik, zum Navigationssystem, zur Freisprecheinrichtung und zur Stromversorgung
- Server im Telemedizincenter zur Auswertung, Weiterverarbeitung und Weiterleitung der Informationen des Telemedizinssystems
- Mobilfunkmodul zur Übermittlung der Pkw-Crash-Sensorik-Daten und zur Positionsbestimmung (Funkzelle beziehungsweise GPS)
- Akku zur externen Stromversorgung
- Software Telemedizinssystem
- Software Server im Telemedizincenter

Die Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ besteht aus einer mobilen Einheit, die der Laienhelfer zur Durchführung der Erste-Hilfe-Maßnahmen dem Pkw entnehmen kann. Hierfür werden einerseits die Bestandteile der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ berücksichtigt, wobei die Funktionalitäten zum Teil verändert werden. Darüber hinaus werden die folgenden Bestandteile einbezogen:

- Display mit Touch Screen unter anderem zur Einspielung von Grafiken und Animationen, Videoverbindung zum Telemedizincenter und zur manuellen Anleitung des Laienhelfers
- Audio- und Video-Devices in Form eines kabellosen Headsets mit Kopfhörer, Mikrophon, Head-Mounted-Camera und Freisprecheinrichtung zum Aufbau einer Sprach- und Bildverbindung zum Telemedizincenter

- Medizinische Diagnosegeräte zur Erfassung der Vitalfunktionen des Unfallopfers: 1-Kanal-EKG, Blutdruck, Sauerstoffsättigung durch Pulsoximeter

Für die „Vollausstattung“ des Telemedizinsystems werden die beschriebenen Funktionalitäten der beiden Ausstattungsvarianten kombiniert.

Kostenkalkulation der Ausstattungsvarianten

Die Kalkulation der Stückpreise der Ausstattungsvarianten des Telemedizinsystems erfolgt für einen Absatz von 4,4 Mio. Stück pro Jahr. Dabei werden sowohl die Stückpreise bei vier Anbietern (jeweils 1,1 Mio. Stück) als auch bei einem Monopol-Anbieter berechnet

Hierfür werden zunächst die beschriebenen Bestandteile der Ausstattungsvarianten vor allem anhand der Entwicklungs-, Technologie- und Implementierungskosten berechnet. Diese Kosten werden im nächsten Schritt mit einem Steigerungs-%-Satz von 250% verrechnet, der als Marge für den Hersteller und für Verwaltungs- und Marketingkosten kalkuliert wird. Zusätzlich werden

- Integrationskosten des Telemedizinsystems in den Pkw bei Produktion/ Nachrüstung,
- Schulungskosten der Automobilhersteller für Verkauf und Wartung des Telemedizinsystems,
- Ausstattungskosten der Rettungsleitstellen mit Hard- und Software,
- Schulungskosten des Rettungsleitstellenpersonals für die Anwendung und
- Kosten für die SIM-Karte der Mobilfunkprovider berücksichtigt.

Entsprechend dieser Vorgehensweise ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Stückpreise nach Ausstattungsvarianten.

Tabelle 15: Stückpreise der Ausstattungsvarianten des Telemedizinsystems

Ausstattungsvariante	Stückpreis bei vier Anbietern	Stückpreis bei Monopol-Anbieter
Automatische Unfallmeldung	376,80 €	254,82 €
Telemedizin für Laienhelfer	1.261,20 €	919,68 €
Vollausstattung	1.265,75 €	920,81 €

Zusätzlich wird bei allen drei Ausstattungsvarianten mit Benutzergebühren von 5-10 € monatlich für die Betriebskosten (unter anderem Instandhaltung und Wartung) und den Serviceprovider (unter anderem Kommunikation) kalkuliert, die von den Pkw-Haltern getragen werden. Aus Gesellschaftssicht sind die gesamten Systemkosten relevant, aus Krankenkassensicht wird mit einem Zuschuss von 20% kalkuliert, wobei die verbleibenden 80% annahmegemäß vom Pkw-Halter beziehungsweise über eine staatliche Förderung getragen werden.

4.5.2 Kosten der Personenschäden

4.5.2.1 Festlegung der Kostenparameter

Obwohl nachfolgend in Übereinstimmung zur Methodik der Kosten-Wirksamkeits-Analyse von „Kosten“ gesprochen wird, sind hiermit im ursprünglichen Sinn „Ausgaben“ gemeint. Das heißt es werden nicht die tatsächlichen Kosten erfasst, sondern die zugeordneten Kosten aus Sicht des Kostenträgers und damit nicht zwingend die verursachungsgerechten Kosten.

Methodische Grundlagen der Unfallkostenrechnung der BAST

Für die Berechnung der Kosten der Personenschäden wird die Untersuchung der BAST „Volkswirtschaftliche Kosten der Personenschäden im Straßenverkehr“ verwendet [Baum 1999]. Das Berechnungsmodell ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

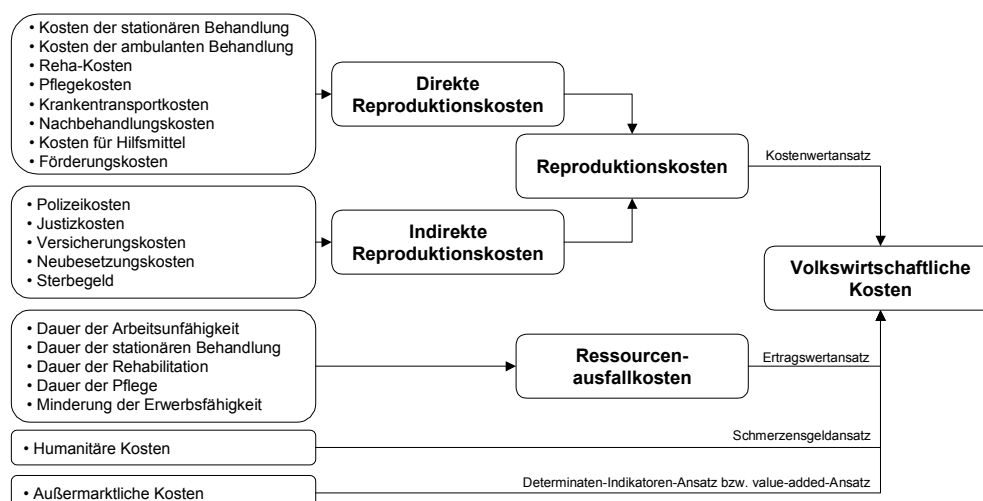


Abbildung 17: Berechnungsmodell BAST [in Anlehnung an Baum 1999, S.13]

Tabelle 16: Bewertungsmaßstäbe des Berechnungsmodells BAST [Baum 1999]

Dieser Unfallkostenrechnung liegt der **Schadenskostenansatz** zugrunde, der die Bewertung der volkswirtschaftlichen Kosten direkt aus dem Schaden beziehungsweise aus dem Ressourcenverbrauch ableitet, der sich infolge von Verkehrsunfällen ergibt [Baum 1999, S.8]. Durch die Ermittlung der tatsächlichen Schäden stellt dieser Ansatz eine weitgehend objektive, auf die wirtschaftlichen Faktoren gestützte Erfassung der Kosten dar. Die **Reproduktionskosten** werden mit den **Marktpreisen** beziehungsweise Kostenwerten der Güter und Leistungen bewertet (Kostenwertansatz), die für die Wiederherstellung eingesetzt werden.

Die **Ressourcenausfallkosten** werden aus der entgangenen produktiven Wertschöpfung für die Volkswirtschaft infolge der Verkehrsunfälle abgeleitet (**Ertragswertverfahren**) und folgendermaßen berechnet: Die Produktionsleistungen und entsprechend der Produktionsverlust werden mit dem Wert des Bruttoinlandsprodukts zu Marktpreisen bewertet, die volkswirtschaftlichen Kosten von Unfällen aus dem Produktionspotential ermittelt und das gesamtwirtschaftliche Produktionsergebnis wird auf die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital aufgeteilt. Für die Bewertung der Ressourcenausfallkosten wird ein

durchschnittlicher Wertansatz über alle Beschäftigungskategorien angewendet, das heißt jedes Unfallopfer wird mit dem gleichen Produktionsbeitrag bewertet, unabhängig ob es vollzeit-, teilzeitbeschäftigt oder arbeitslos ist [Baum 1999, S.35ff.].

„Humanitäre Unfallfolgen ohne Ressourcenverluste, die keine Kosten darstellen, sind in der Unfallkostenrechnung nicht zu berücksichtigen“ [Baum 1999, S.57]. Als **humanitäre Kosten** werden nur Kosten berücksichtigt, die zu Ressourcenverlusten führen, das heißt die Menge der verfügbaren Produktivkräfte und/ oder deren Produktivität verringern [Baum 1999, S.56]. Neben diesen monetär messbaren Kosten entstehen als intangible Größen beispielsweise emotionale Folgen des Unfallereignisses (zum Beispiel Schmerz und Trauer). Letztere werden in der Unfallkostenrechnung nicht berücksichtigt. Die humanitären Kosten werden mittels des Schmerzensgeldansatzes ermittelt, das heißt die tatsächlichen Schmerzensgeldzahlungen für Opfer von Verkehrsunfällen zur Regulierung der immateriellen bewertbaren Schäden als Ausgleichsfunktion werden zur Bewertung herangezogen, Kosten der Angehörigen werden nicht berücksichtigt.

Im Rahmen der **außermarktlichen Wertschöpfung**, das heißt der Wertschöpfung, die nicht im Sozialprodukt ausgewiesen ist, werden die Positionen illegale Schattenwirtschaft und Hausarbeit berücksichtigt und auf der Basis von potentiellen Wertschöpfungsverlusten ermittelt [Baum 1999, S.41/65]. Für die Bewertung der illegalen Schattenwirtschaft wird der Determinanten-Indikatoren-Ansatz eingesetzt, wobei das illegale schattenwirtschaftliche Produktionspotential einbezogen wird [Baum 1999, S.66]. Die Kosten für die Hausarbeit werden mittels des value-added-Ansatzes berechnet und es wird auf die Werte des Spezialistenansatzes des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen [Baum 1999, S.69ff.].

Für die Klassifikation der Unfallfolgen von Personenschäden wendet BAST das StVUnfStatG [StVUnfStatG 2004] an: Gemäß § 1 Abs. 3 und Abs. 4 werden „als Getötete (...) alle Personen gezählt, die innerhalb von 30 Tagen nach dem Unfall an den Unfallfolgen verstorben sind. (...) Verletzte sind Personen, die bei dem Unfall Körperschäden erlitten haben. Werden sie deshalb zur stationären Behandlung in ein Krankenhaus aufgenommen (Anmerkung: mindestens 24 Stunden), so gelten sie als Schwerverletzte.“

Definition der Kostenparameter

Die monetär bewertbaren Kostenparameter des dargestellten Berechnungsmodells der BAST werden in direkte und indirekte Kosten unterschieden (Kapitel 3.2.5), intangible Kostenparameter bleiben unberücksichtigt.

Tabelle 17: Definition der Kostenparameter [Baum 1999]

Kostenparameter	Definition
1. Direkte Kosten (unmittelbar mit Anwendung/ Ausführung der Behandlung verbunden)	
Stationäre Behandlung	Medizinische Behandlungskosten; Unfallopfer befindet sich mindestens eine Nacht im Krankenhaus
Ambulante Behandlung	Medizinische Behandlungskosten; ohne stationären Aufenthalt (zum Beispiel Leistungen Hausarzt und ambulante Leistungen des Krankenhauses)
Krankentransport	Transport der Unfallopfer und des medizinischen Personals (zum Beispiel Kosten für Rettungs- und Notarztwagen und Notarzteinsatzfahrzeuge)

Nachbehandlung	Maßnahmen zur Unterstützung des medizinischen Behandlungsprozesses (zum Beispiel Massage)
Hilfsmittel	Sachleistungen im Rahmen von medizinischen Maßnahmen
Rehabilitation	Medizinische Weiterbehandlung in Rehabilitationseinrichtungen
2. Indirekt Kosten (negative externe Effekte/ Produktivitätsverluste)	
Förderungsmaßnahmen	Maßnahmen zur Wiedereingliederung in das Alltagsleben (zum Beispiel berufliche Rehabilitationsmaßnahmen wie Umschulungsmaßnahmen)
Pflege	Stationäre und ambulante Pflege (Sach- und Geldleistungen); unentgeltliche Pflegeleistungen beispielsweise durch Familienmitglieder bleiben unberücksichtigt
Arbeitsunfähigkeit	Dauer der Arbeitsunfähigkeit setzt sich zusammen aus der Dauer der stationären Behandlung, der Rehabilitation, der Pflege und der sonstigen Arbeitsunfähigkeit und wird über spezifische Bewertungsansätze monetarisiert
Minderung der Erwerbsfähigkeit	Grundlage für die Berechnung der Höhe der Verletztenrente beziehungsweise Abfindungszahlungen; Unterscheidung in dauerhafte/ zeitlich begrenzte Minderung der Erwerbstätigkeit; Monetarisierung über spezifische Bewertungsansätze
Kosten der Polizei	Kosten des Personaleinsatzes und der Sachmittel
Kosten der Rechtssprechung	Arbeitsaufwand und Kosten für Sachmittel
Kosten der Versicherungen für Schadensabwicklung	Verwaltungskosten der Kranken-, Unfall-, Kfz- beziehungsweise Haftpflicht- und Rechtsschutzversicherung
Neubesetzungskosten	Kosten für Anwerbung, Ausbildung und Einarbeitung neuer Arbeitskräfte aufgrund des Ausfalls des Unfallopfers
Sterbegeld	Sterbegeldzahlungen der Versicherungen an die Hinterbliebenen von tödlich verletzten Unfallopfern
Humanitäre Kosten	Grundlage ist ein gesamtwirtschaftlich relevanter Ressourcenverzehr und damit Produktivitätsverlust: psychische Beeinträchtigung (zum Beispiel schwere Depressionen) mit negativer Auswirkungen auf die Erwerbsfähigkeit, Veränderung der Lebensplanung mit negativen Auswirkungen auf die Regenerationsmöglichkeiten und Leistungsfähigkeit, zukünftige und noch nicht berücksichtigbare Ressourcenausfälle wie beispielsweise eine höhere Wahrscheinlichkeit für zukünftige Krankheiten
Illegale Schattenwirtschaft	Illegale Tätigkeiten/ Kriminalität (zum Beispiel Drogenhandel) und legale Tätigkeiten, die illegale ausgeübt werden (zum Beispiel Schwarzarbeit); abzugrenzen gegenüber legaler Schattenwirtschaft mit unentgeltlichen Leistungen wie beispielsweise Nachbarschaftshilfe
Hausarbeit	Betätigung im eigenen Haushalt (zum Beispiel Kindererziehung)

Es wird anhand der betrachteten Kostenparameter bereits deutlich, dass bei der Analyse der Unfallkosten für Personenschäden der Aspekt der Veränderungen der Konsumausgaben aufgrund von Tod oder Verletzung nicht berücksichtigt wird. Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind die mittel- bis

langfristigen ökonomischen Folgen der Konsumveränderung wahrscheinlich erheblich, jedoch nur sehr schwierig zu quantifizieren und werden deshalb an dieser Stelle nicht weiter berücksichtigt.

4.5.2.2 Bestimmung der Maßeinheiten

1. Kostenparameter BAST für das Jahr 1994

Auf der Basis der Auswertungen und Darstellungen der Kostenparameter in der BAST-Untersuchung werden die einzelnen Kostenparameter für das Jahr 1994 berechnet, in „€“ umgerechnet (Umrechnungsfaktor 1,95583) und in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Es kommt zu Abweichungen im Vergleich zu den BAST-Daten, da in der vorliegenden Berechnung auf Rundungen der Beträge verzichtet wird.

*Tabelle 18: Kostenparameter der Personenschäden 1994 [in Anlehnung an Baum 1999]; * die Verwaltungskostensätze für Krankenversicherungen liegen für Getötete und Schwerverletzte bei 179 € und für Leichtverletzte bei 26 €*

Kosten je Unfallopfer	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
1. Direkte Kosten			
Stationäre Behandlung	639 €	4.805 €	0 €
Ambulante Behandlung	51 €	377 €	181 €
Krankentransport	383 €	301 €	51 €
Nachbehandlung	0 €	97 €	26 €
Hilfsmittel	0 €	234 €	0 €
Rehabilitation	0 €	99 €	0 €
2. Indirekte Kosten			
Förderungsmaßnahmen	0 €	295 €	11 €
Pflege	0 €	103 €	0 €
Arbeitsunfähigkeit	765.404 €	6.916 €	1.082 €
Minderung der Erwerbsfähigkeit	0 €	15.356 €	25 €
Kosten der Polizei	332 €	332 €	51 €
Kosten der Rechtssprechung	1.380 €	1.380 €	230 €
Kosten der Versicherungen für Schadensabwicklung*	4.065 €	4.065 €	435 €
Neubesetzungskosten	2.965 €	2.965 €	0 €
Sterbegeld	716 €	0 €	0 €
Humanitäre Kosten	3.426 €	25.488 €	869 €

Illegale Schattenwirtschaft	88.379 €	2.572 €	128 €
Hausarbeit	283.205 €	9.254 €	332 €
Summe	1.150.946 €	74.640 €	3.422 €

2. Relevanz der Kostenparameter aus der Sicht der gewählten Perspektiven

Die Kosten-Wirksamkeits-Analyse wird gemäß *Kapitel 4.3* aus der Perspektive der Gesellschaft und der Krankenkassen durchgeführt und nachfolgend wird die Zuordnung beschrieben.

Perspektive Gesellschaft

Aus gesellschaftlicher Sicht sind alle in *Tabelle 17* dargestellten Kostenparameter relevant.

Perspektive Krankenkassen

Die von BAsT definierten Kostenparameter sind zum Teil nicht so trenngenau, wie es zur Abgrenzung der relevanten Kosten zwischen den Unfallkostenträgern wünschenswert wäre und daher wird für die Zuordnung der relevanten Kostenparameter auf die Krankenkassen ein pragmatisches Vorgehen gewählt. Darüber hinaus werden die aktuellen Regelungen des SGB berücksichtigt, das heißt es wird für die Relevanz der Kostenparameter des Jahres 2002 die Gesetzeslage aus dem Jahr 2004 herangezogen und es werden die Regelungen des SGB angewendet, unabhängig davon, dass sich diese lediglich auf die gesetzliche Krankenversicherung beziehen.

Die folgenden Kostenparameter aus *Tabelle 17* werden aus der Perspektive der Krankenkassen berücksichtigt: Stationäre Behandlung, ambulante Behandlung, Krankentransport, Nachbehandlung, Hilfsmittel, Rehabilitation und die Kosten der Krankenkassen für die Schadensabwicklung. Die Berechnungsgrundlage des Kostenparameters Arbeitsunfähigkeit dient der Abschätzung des Krankengeldes.

Die Krankenkassen übernehmen nach § 27 ff. SGB V die Kosten der Krankenbehandlung (das heißt die Kostenparameter stationäre und ambulante Behandlung, Nachbehandlung, Hilfsmittel, Rehabilitation), wobei Rehabilitation als medizinische Rehabilitation im Sinne des § 11 Abs.2 i.V.m. § 40 SGB V verstanden und daher den Krankenkassen zu 100% zugerechnet wird. Zusätzlich entstehen den Krankenkassen nach § 60 SGB V die Kosten des Krankentransports (mit der Annahme einer 100% Kostenübernahme durch die Krankenkassen, eigentlich abhängig von landes- und kommunalrechtlichen Bestimmungen gemäß § 133 SGB V; *Kapitel 4.5.3.1*) und die entsprechenden Verwaltungskosten. Der Kostenparameter Pflege enthält nicht die Kosten der häusliche Krankenpflege nach § 27 Abs.1 i.V.m. § 37 SGB V, wird daher nicht den Krankenkassen zugewiesen und die Kosten der häusliche Krankenpflege bleiben dementsprechend unberücksichtigt. Der Kostenparameter Hausarbeit wird nicht im Sinne des § 38 SGB V verstanden und die Kosten für Haushaltshilfen werden nicht berücksichtigt. Sterbegeld wird seit Anfang 2004 im Falle eines

Anspruches von der gesetzlichen Unfallversicherung gezahlt (§§ 63 ff. SGB VII) und daher nicht den Krankenkassen zugeschrieben.

Als Ergänzung zur wirtschaftlichen Absicherung in Fällen von krankheitsbedingter Arbeitsunfähigkeit wird nach §§ 44 ff. SGB V von den Krankenkassen ein Krankengeld als Lohnersatzleistung gezahlt, soweit die Versicherten nicht – wie in der Regel während der ersten sechs Krankheitswochen – einen arbeitsrechtlichen Anspruch auf Fortzahlung des Arbeitsentgeltes gegen den Arbeitgeber haben. Dieses wird in der BAST-Untersuchung nicht explizit ausgewiesen. Das Krankengeld beträgt 70% des Regelentgeltes und ist auf maximal 90% des Nettoarbeitsentgeltes begrenzt. Die Leistungsdauer ist bei Arbeitsunfähigkeit wegen derselben Krankheit auf 78 Wochen innerhalb von drei Jahren von Beginn der Arbeitsunfähigkeit an beschränkt. Tritt während dieser Zeit eine weitere Krankheit hinzu, wird die Leistungsdauer nicht verlängert. Bei Fortzahlung des Arbeitsentgeltes und bei Bezug von anderen Leistungen wie beispielsweise Arbeitslosengeld, Übergangsgeld ruht das Krankengeld. Verschiedene Personengruppen (zum Beispiel Studenten) haben keinen Anspruch auf Krankengeld, Arbeitslose erhalten vom ersten Tag der Arbeitsunfähigkeit Krankengeld in Höhe des Arbeitslosengeldes [SGB V; <http://www.wissen.de>].

Bei Verkehrsunfällen kann es zu Regressleistungen zwischen Krankenkassen und anderen Unfallkostenträgern kommen. So besteht beispielsweise für berufsbedingte Unfälle (Arbeits- und Wegeunfälle) von den Versicherten an die Krankenkassen nach § 11 Abs. 4 SGB V „Auf Leistungen (...) kein Anspruch, wenn sie als Folge eines Arbeitsunfalls oder einer Berufskrankheit im Sinne der gesetzlichen Unfallversicherung zu erbringen sind.“ Diese Unterscheidung nach Kostenträgern wird bei der verwendeten BAST-Untersuchung jedoch nicht vorgenommen, da die Kosten aus der Sicht der Rettungsdienste erhoben werden (das heißt die Kosten, die die Rettungsdienste den Kostenträgern in Rechnung stellen). Auch bei den Krankenkassen und dem BMGS ist hierzu kein verlässliches Datenmaterial verfügbar. Dementsprechend können diese Regressleistungen bei der Berechnung der direkten/ indirekten Kosten beziehungsweise des Krankengeldes aus Krankenkassensicht zunächst nicht herausgerechnet werden, so dass die Kosten im Vergleich zur Realität wahrscheinlich überschätzt werden. In der Sensitivitätsanalyse (*Kapitel 4.9*) werden diese Kosten auf der Basis einer Abschätzung der Regressleistungen entsprechend reduziert.

4.5.2.3 Definition der Bewertungsmaßstäbe und Kostenmessung

Die aggregierten Unfallkosten aus dem Jahr 1994 für getötete, schwerverletzte und leichtverletzte Personen werden von BAST unter anderem über die Einbeziehung der Veränderungen der Altersstruktur der Unfallopfer, der Zahl der Erwerbstätigen und der Inflationsrate beziehungsweise verschiedener Preisindizes jährlich fortgeschrieben. Eine jährliche Neuberechnung der einzelnen dargestellten Kostenparameter (*Tabelle 18*) für das Jahr 2002 liegt nicht vor und wird nach Rücksprache mit BAST auch aktuell nicht erstellt.

1. Perspektive Gesellschaft

Für die Berechnung der relevanten Kosten aus Sicht der Gesellschaft für das Jahr 2002 werden die aggregierten Unfallkosten verwendet. Die Gesamtunfallkosten für verletzte und getötete Personen bei Verkehrsunfällen für das Jahr 2002, die in der Summe 17,02 Mrd. € betragen, sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 19: Unfallkosten gesamt 2002 [Destatis 2005A; Destatis 2005B; Höhnscheid 2004, S.1]

	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Kostensätze	1.186.839 €	84.132 €	3.769 €
Personen	6.842	88.382	388.031
Gesamtkosten	8,12 Mrd. €	7,44 Mrd. €	1,46 Mrd. €

2. Perspektive Krankenkassen

Direkte und indirekte Kosten aus der Perspektive der Krankenkassen

Nach Rücksprache mit BAST, Destatis und BMGS wird für die Hochrechnung der relevanten direkten und indirekten Kosten aus Sicht der Krankenkassen von 1994 auf das Jahr 2002 die Entwicklung der Gesundheitsausgaben in US\$ pro Person in Deutschland der OECD genutzt. Hieraus ergibt sich ein Steigerungsfaktor zwischen 1994 und 2002 von 1,3376. In diesem Kostensteigerungsparameter werden neben der Preissteigerung auch Mengen- und Qualitätsveränderungen erfasst. Eine gegebenenfalls hierauf zurückzuführende Unschärfe kann an dieser Stelle nicht ausgeschlossen werden. Eine Inflationsbereinigung wird nicht vorgenommen.

Tabelle 20: Entwicklung der Gesundheitsausgaben in Deutschland; * in US\$ pro Person [OECD 2004]

Jahr	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Ausgaben*	2.106	2.263	2.410	2.416	2.470	2.563	2.640	2.735	2.817

In der nachfolgenden Tabelle sind die aus Sicht der Krankenkassen relevanten Parameter der direkten und indirekten Unfallkosten in der Fortschreibung auf das Jahr 2002 dargestellt.

Tabelle 21: Fortgeschriebene direkte/ indirekte Kostenparameter der Personenschäden aus Sicht der Krankenkassen 2002 [in Anlehnung an Baum 1999]

Kosten je Unfallopfer	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
1. Direkte Kosten			
Stationäre Behandlung	855 €	6.427 €	0 €
Ambulante Behandlung	68 €	505 €	243 €

Krankentransport	513 €	402 €	68 €
Nachbehandlung	0 €	130 €	35 €
Hilfsmittel	0 €	313 €	0 €
Rehabilitation	0 €	133 €	0 €
2. Indirekte Kosten			
Kosten der Krankenversicherung für Schadensabwicklung	239 €	239 €	35 €
Summe	1.676 €	8.150 €	380 €

Bezogen auf die verletzten und getöteten Personen bei Verkehrsunfällen ergibt sich damit für die Krankenkassen bei einem Gesamtvolumen dieser fortgeschriebenen direkten und indirekten Kosten von 879,36 Mio. € folgende Unfallkostenrechnung für Personenschäden für das Jahr 2002.

Tabelle 22: Direkte und indirekte Unfallkosten der Personenschäden für Krankenkassen [Destatis 2005A; Destatis 2005B; Höhnscheid 2004, S.1]

	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Kostensätze	1.676 €	8.150 €	380 €
Personen	6.842	88.382	388.031
Gesamtkosten	11.464.653 €	720.269.451 €	147.621.357 €

Berechnung des Krankengeldes für Personenschäden

In der BAST-Untersuchung der volkswirtschaftlichen Kosten von Personenschäden wird im Bereich der Ressourcenausfallkosten die entgangene Wertschöpfung der Unfallopfer berechnet. Diese ist aus Sicht der Krankenkassen nicht relevant. Allerdings kann aus den Daten der Berechnung der BAST eine Abschätzung für das Krankengeld vorgenommen werden, das die Krankenkassen aufgrund von verletzungsbedingter Arbeitsunfähigkeit den Unfallopfern bezahlen müssen.

Die Berechnung des Krankengeldes wird lediglich einen Näherungswert ergeben, da verschiedene Annahmen getroffen und dementsprechend Ungenauigkeiten hingenommen werden müssen:

- Anwendung der Regelungen aus dem SGB für gesetzliche und private Krankenkassen
- Unfallfolgen im Jahr 2002 sind im Verhältnis identisch zum Jahr 1994: unter anderem Ausfallzeiten, Anteile der Unfallopfer nach Geschlechtern [Baum 1999]
- Anteil der Unfallopfer nach Geschlechtern 1994 ist gleichverteilt über alle Altersgruppen [Baum 1999]
- Quote der verletzten Personen ist gleichverteilt über Schwer- und Leichtverletzte

- Ausfallwoche entspricht einem Anteil von 7/30 eines Monats; Kalendermonat wird mit 30 Tagen angesetzt [<http://www.tk-online.de>]
- Krankenkassen bezahlen Krankengeld ab der siebten Krankheitswoche [§§ 48 ff. SGB V]
- Krankengeld beträgt 70% des durchschnittlichen Bruttomonatslohns/ -gehalts [§ 47 SGB V]
- Bruttomonatslohn/ -gehalt liegt im Jahr 2002 bei 2.200 € [Destatis 2005G]
- Berücksichtigt werden nur die erwerbstätigen Personen, keine Einbeziehung von Arbeitslosen etc., die nach den Regelungen des SGB V Krankengeld beziehen würden
- Unter 15- und über 65-jährige Personen werden als nicht erwerbstätig berücksichtigt

Schritt 1: Berechnung der Ausfallmonate pro Schwer- und Leichtverletzte

Zunächst werden aus der BAST-Analyse [Baum 1999, S.45] die Ausfallzeiten für die Dauer der Behandlung, der Nachbehandlung und der Arbeitsunfähigkeit über alle Verletzengruppen herangezogen und die Ausfallwochen pro Person für das Jahr 1994 berechnet. Unter der Annahme der Krankengeldzahlung ab der siebten Krankheitswoche werden die aus der Sicht der Krankenkassen relevanten Ausfallwochen und -monate berechnet und anschließend auf die schwer- und leichtverletzten Personen hochgerechnet.

Tabelle 23: Berechnung der relevanten Ausfallmonate 1994 [in Anlehnung an Baum 1999]

	SV mit M.d.E.	SV ohne M.d.E.	LV mit M.d.E.	LV ohne M.d.E.
Personen	15.207	111.516	1.690	388.002
Ausfalljahre	12.538	17.859	366	14.251
Ausfallwochen	653.767	931.219	19.084	743.088
Ausfallwochen pro Person	43	8	11	2
relevante Ausfallwochen pro Person	37	2	5	-
relevante Ausfallmonate pro Person	8,63	0,55	1,23	-
Summe relevante Ausfallmonate	131.256	61.162	2.087	-

Damit ergeben sich für durch Verkehrsunfälle verletzte Personen insgesamt 194.505 Ausfallmonate beziehungsweise pro Schwerverletzten 1,518 und pro Leichtverletzten 0,005 Ausfallmonate in Bezug auf das Krankengeld.

Tabelle 24: Ausfallmonate pro Schwer- und Leichtverletzte 1994 [in Anlehnung an Baum 1999]

Summe relevante Ausfallmonate SV	192.418
Summe relevante Ausfallmonate LV	2.087
Relevante Ausfallmonate pro SV	1,518
Relevante Ausfallmonate pro LV	0,005

Schritt 2: Berechnung des Anteils erwerbsfähiger Unfallopfer

Auf der Basis der Auswertungen des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2002 und der Verteilung der verletzten Person auf Altersgruppen wird der Anteil der 15- bis unter 65-jährigen Personen berechnet, die als erwerbsfähig eingestuft werden [Destatis 2004A].

Tabelle 25: Verletzte Personen bei Verkehrsunfällen 2002 [Destatis 2004A]

Altersgruppen	Verletzte	Anteil
unter 15 Jahre	41.047	8,63%
15 bis unter 18 Jahre	30.923	6,50%
18 bis unter 25 Jahre	102.339	21,51%
25 bis unter 65 Jahre	264.097	55,50%
65 Jahre und älter	37.467	7,87%
Summe	475.873	100%
15 bis unter 65 Jahre	397.359	84%

Schritt 3: Berechnung des Anteils erwerbstätiger Unfallopfer

Der Anteil der Unfallopfer nach Geschlechtern im Jahr 1994 wird auf die verletzten Personen zwischen 15 bis unter 65 Jahre hochgerechnet [Baum 1999, S.15]. Die Erwerbsquote in dieser Gruppe liegt im Jahr 2002 bei Männern bei 79% und bei Frauen bei 64,3% [Destatis 2004A].

Tabelle 26: Anteile der Unfallopfer nach Geschlechtern 1994 [in Anlehnung an Baum 1999]

	Männer	Frauen	Gesamt
Unfallverletzte, Anteil	59%	41%	100%
15 bis unter 65 Jahre	234.442	162.917	397.359

Auf der Basis dieser Anteile und multipliziert mit den Erwerbsquoten der Geschlechter ergeben sich für das Jahr 1994 circa 289.965 verletzte Personen, die zum Zeitpunkt des Unfalls erwerbstätig waren und damit bezogen auf die Gesamtzahl der verletzten Personen eine Quote von circa 61%.

Tabelle 27: Anteile der erwerbstätigen Unfallopfer nach Geschlechtern 1994 [in Anlehnung an Baum 1999]

	Männer	Frauen	Gesamt
Erwerbstätige verletzte Personen	185.209	104.756	289.965

Schritt 4: Berechnung des Krankengeldes

Für die Verletzten-Zahlen aus dem Jahr 2002 [Höhnscheid 2004, S.1] werden mit der Quote von circa 61% unter Einbeziehung der spezifischen Ausfallmonate (Tabelle 24) die gesamten Ausfallmonate für Schwer- und Leichtverletzte berechnet. Unter der Annahme eines 70%-Entgeltes des durchschnittlichen Bruttomonatslohns/ -gehaltes in Höhe von 2.200 € entstehen den Krankenkassen für das Krankengeld Kosten in einer Gesamthöhe von circa 127,88 Mio. €.

Tabelle 28: Krankengeld pro verletztes Unfallopfer 2002

	Schwerverletzte	Leichtverletzte	Summe
Verletzte Personen	88.382	388.031	476.413
Erwerbstätige verletzte Personen	53.854	236.440	290.294
Summe Ausfallmonate	81.773	1.266	83.039
Summe 70%-Anteil	125.929.915 €	1.950.034 €	127.879.950
Krankengeld pro Verletzten	1.425 €	5 €	-

4.5.2.4 Zusammenfassung der Kostenberechnung der Personenschäden

Aus den beschriebenen Berechnungen und Abschätzungen lassen sich die Unfallkosten für Personenschäden für die beiden betrachteten Perspektiven Gesellschaft und Krankenkassen wie nachfolgend zusammengefasst darstellen. Die Gesamtkosten bei Verkehrsunfällen betragen aus Sicht der Gesellschaft 17,02 Mrd. € und aus Sicht der Krankenkassen circa 1 Mrd. €. Damit liegt der Anteil der Krankenkassen an den gesamten Unfallkosten für Personenschäden bei circa 5,9%.

Tabelle 29: Kosten Personenschäden aus Sicht der Gesellschaft 2002

Perspektive Gesellschaft	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Kostensätze	1.186.839 €	84.132 €	3.769 €
Personen	6.842	88.382	388.031
Gesamtkosten	8,12 Mrd. €	7,44 Mrd. €	1,46 Mrd. €

Tabelle 30: Kosten Personenschäden aus Sicht der Krankenkassen 2002

Perspektive Krankenkasse	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Kostensätze	1.676 €	9.575 €	385 €
Personen	6.842	88.382	388.031
Gesamtkosten	11,46 Mio. €	846,21 Mio. €	149,56 Mio. €

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse (*Kapitel 4.9*) werden die Auswirkungen von Variationen der Kosten der Personenschäden und im speziellen des Krankengeldes aus Krankenkassensicht analysiert.

4.5.3 Strukturkosten im Rettungsdienst

Der Einsatz des Telemedizinssystems bei Verkehrsunfällen soll dazu führen, dass die richtigen Rettungsmittel (1) schneller (2) an den richtigen Ort (3) gebracht werden und dass Laienhelfer während der Hilfsfrist (*Abbildung 19*) Erste-Hilfe-Maßnahmen (4) durchführen. Durch die Verbesserung des Meldebildes aufgrund der Informationsübermittlung durch die automatische Unfallmeldung des Telemedizinssystems, wie beispielsweise die Besetzung des verunglückten Pkws und die erwarteten Verletzungen der verunglückten Personen, soll die Disposition des Rettungsdienstes optimiert und entsprechend Fehlfahrten (3) und Nachalarmierungen (1) reduziert werden. Für die Auswirkungen der Reduzierung der Meldefrist (2) und die telemedizinische Anleitung der Laienhelfer bei Erste-Hilfe-Maßnahmen (4) wird auf die Ausführungen im *Kapitel 4.6* verwiesen.

Nachfolgend werden die Möglichkeiten der Reduzierung der Fehlfahrten im Rettungsdienst und der Nachalarmierung von Notärzten durch den Einsatz des Telemedizinssystems bei Verkehrsunfällen unter dem Aspekt der Kostensenkung im Rettungsdienst dargestellt. Qualitätsverbesserungen der Dienstleistung „Rettungsdienst“ und strukturelle Optimierungspotentiale durch die effizientere Planung und Bereitstellung der Einsatzkräfte und Rettungsmittel (unter anderem weniger Fahrzeugvorhaltung, Fahrzeuge und Einsatzpersonal), die zumindest langfristig zu erwarten sind, werden nicht betrachtet, da hierzu keine verlässlichen Daten vorliegen [*Brinkmann 2002, S.79ff.*]. Darüber hinaus gilt es zu beachten, dass das Optimierungspotential „überschaubar“ ist, da der Anteil der Verkehrsunfälle am gesamten Aufkommen im Rettungsdienst bei circa 3% liegt und das Telemedizinssystem erst bei einer Marktdurchdringung von 100% genau diese 3% optimieren kann (*Tabelle 5*).

Die Ausgaben im Rettungsdienst werden als Ressourcenverbrauche in „€“ bewertet und aus Praktikabilitätsgründen werden Durchschnittskosten herangezogen. Die möglichen Einsparpotentiale aus der Reduzierung von Fehlfahrten und Nachalarmierungen werden in der Inkremental Betrachtung berücksichtigt, wobei die alternativen Anwendungsstrategien im Vergleich zum Referenzobjekt miteinander verglichen werden.

4.5.3.1 Ausgaben durch Fehlfahrten im Rettungsdienst bei Verkehrsunfällen für 2002

Festlegung der Kostenparameter und Bestimmung der Maßeinheiten

„Als (absolute) Fehlfahrt gelten alle Einsatzfahrten, bei denen das eingesetzte Personal keine rettungsdienstlichen Leistungen vor Ort durchgeführt hat (keine Maßnahmen und kein Transport beziehungsweise Anfahrabbruch)“ [Schmiedel 2002, S.113]. Um keine Fehlfahrt handelt es sich demnach, wenn zwar eine Behandlung, jedoch kein Transport erfolgt. Als Fehlfahrten bleiben die Fälle, bei denen die Behandlung und der Transport verweigert wurde oder der Transport nicht notwendig war, da beispielsweise eine Fehleinschätzung bei der Notfallmeldung vorlag beziehungsweise zu viele Rettungsmittel disponiert worden sind [Büch 1998, S.13]. „Eine ‚überqualifizierte‘ Bedienung wird nicht als (absolute) Fehlfahrt gewertet. Überqualifizierte Bedienungen werden gelegentlich auch als ‚relative Fehleinsätze‘ bezeichnet. Sie sind in der Regel nicht Gegenstand von Fehleinsatz-Statistiken. Da bei Fehlfahrten in nicht unerheblichen Maße rettungsdienstliche Kapazitäten zeitlich und räumlich gebunden werden, gilt es durch eine qualifizierte Erstabfrage und ‚intelligente‘ Dispositionsentscheidung in den Leitstellen einen Beitrag zur Verbesserung der Effizienz im Rettungsdienst durch Reduzierung der Fehlfahrten zu erreichen“ [Schmiedel 2002, S.113].

Bezogen auf Verkehrsunfälle werden von den beteiligten Notärzten 19,4% der Einsätze als nicht gerechtfertigt und damit als relative Fehlfahrt eingestuft [Sefrin 1998, S.657]. Ohne Bezug auf Verkehrsunfälle bewerten 8,6% der Notärzte ihre Einsätze als nicht indiziert, 37,3% als relativ indiziert und 54% als indiziert [Schmiedel 2002, S.248]. Durch relative Fehlfahrten entstehen „unnötig“ Kosten, die es zu vermeiden gilt und eine optimale Unfallmeldung durch das Telemedizinsystem könnte hier einen Beitrag bei Verkehrsunfällen leisten. Allerdings bleibt der Aspekt der relativen Fehlfahrten in Bezug auf die Kostenanalyse unberücksichtigt, da keine verlässlichen Daten vorliegen. Nachfolgend werden die absoluten Fehlfahrten betrachtet.

Es gilt derzeit als systemimmanent für den Rettungsdienst, dass mit zunehmender Einsatzdringlichkeit im Meldebild die Wahrscheinlichkeit für Fehlfahrten steigt und bei Notfällen wird als Erwartungswert eine Fehlfahrtenquote von bis zu 10% als systemimmanent eingeschätzt. Im Krankentransport wird eine Fehlfahrtenquote von maximal 1% toleriert, da hier häufig ein relativ gesichertes Meldebild vorliegt. Von amerikanischen Autoren wird diese Toleranz bei Notfällen allerdings nicht geteilt und es werden deutlich geringere Fehlfahrtenquoten gefordert [Institut für Wirtschaftsgeographie 1997, S.24].

Definition der Bewertungsmaßstäbe und Kostenmessung

In der nachfolgenden Tabelle werden die Fehlfahrtenquoten im öffentlichen Rettungsdienst für die Jahre 1998 und 2000 dargestellt – Daten für das Jahr 2002 sind aktuell nicht verfügbar.

Tabelle 31: Fehlfahrtenquote im öffentlichen Rettungsdienst 1998 und 2000 [Destatis 2005D]

		1998	2000
Fehlfahrtenquote insgesamt		8,5%	8,1%
Fehlfahrtenquote nach Rettungsmittel	NAW	14,5%	16,6%
	NEF	6,6%	7,0%
	RTW	11,6%	11,0%
	KTW	4,1%	3,5%
	RTH	18,6%	19,8%
	NOA	6,5%	0,7%
Fehlfahrtenquote nach Einsatzanlass	Verkehrsunfall	13,3%	15,4%
	Arbeitsunfall	6,5%	3,8%
	Sonstiger Unfall	7,7%	10,1%
	Internistischer Unfall	9,6%	9,6%
	Sonstiger Notfall	15,9%	13,2%
	Krankentransport	5,0%	4,6%
Fehlfahrtenquote nach Einsatzart	Notarzteinsatz	9,9%	8,9%
	Notfalleinsatz	15,7%	13,7%
	Dringlicher Krankentransport	7,1%	7,5%
	Disponibler Krankentransport	3,9%	4,0%

Insgesamt fallen im Jahr 2000 im öffentlichen Rettungsdienst bei einer Fehlfahrtenquote von 8,1% circa 967.000 Fehlfahrten an [Schmiedel 2002A, S.45]. Diese verteilen sich auf 650.000 Fehlfahrten bei Notfallaufkommen und 318.000 bei Krankentransportaufkommen. Bezogen auf Verkehrsunfälle liegt die Fehlfahrtenquote mit 15,4% fast doppelt so hoch und es fallen circa 58.000 Fehlfahrten an.

Bei der Berechnung der gesamten vermeidbaren Kosten durch die Reduzierung der Fehlfahrten wird davon ausgegangen, dass durch das Telemedizinsystem das Meldebild zur Disposition bei Verkehrsunfällen aufgrund der automatischen Unfallmeldung optimiert wird. Aktuell ist zu beobachten, dass die meist telefonischen Unfallmeldungen aufgrund diverser Gründe (zum Beispiel Stress/Schockzustand, fehlendes Wissen, keine Motivation) zum Teil schlecht (langsam, unvollständig), falsch (nicht korrekt) beziehungsweise überhaupt nicht erfolgen [Nyberg 2000, S.13ff.; Smentek 1997, S.18]. Die mangelhafte Qualität der Unfallmeldung hat wiederum direkte Auswirkungen auf die Disposition des Rettungsdienstpersonals durch die Rettungsleitstelle und Fehleinsätze (falscher Ort, falsche Ausstattung, zu viele Rettungsmittel) können die Folge sein.

Schritt 1: Abschätzung der Einsatzfahrten bei Verkehrsunfällen im Jahr 2002

Für die Entwicklung der Einsatzfahrten für Verkehrsunfälle für das Jahr 2002 wird eine Abschätzung vorgenommen, da keine aktuellen Daten vorliegen. In der nachfolgenden Tabelle ist die Entwicklung der Verkehrsunfälle und der verunglückten Personen für die Jahre 1998 bis 2002 dargestellt. Hieraus ist zu entnehmen, dass die verunglückten Personen von 2000 auf 2002 um circa 5% (Faktor 0,9446) zurückgegangen sind. Prognostiziert man mit diesem Faktor unter der Annahme einer identischen Entwicklung über die Jahre die Veränderungen der Einsatzfahrten für Verkehrsunfälle im Jahr 2002, so ergibt sich ein Wert von 356.840 Einsatzfahrten.

Tabelle 32: Entwicklung Verkehrsunfälle, verunglückte Personen und Einsatzfahrten 1998 bis 2002 [BASt 2000, S.22; Destatis 2005C; Schmiedel 2002A, S.42]

	1998	2000	2002
Verkehrsunfälle mit Personenschäden	377.257	382.949	362.054
Verunglückte Personen	505.111	511.577	483.255
Einsatzfahrten Verkehrsunfälle	443.136	377.753	Prognose: 356.840

Schritt 2: Abschätzung der vermeidbaren Fehlfahrten bei Verkehrsunfällen im Jahr 2002

Es wird davon ausgegangen, dass die Fehlfahrtenquote im Jahr 2002 wie im Jahr 2000 bei 15,4% liegt. Bezogen auf die prognostizierten Einsatzfahrten bei Verkehrsunfällen für das Jahr 2002 in Höhe von 356.840 lassen sich 54.953 Fehlfahrten prognostizieren. Es wird angenommen, dass durch das Telemedizinsystem und dessen automatische Unfallmeldung die derzeitige systemimmanente Fehlfahrtenquote von 10% auf 5% halbiert werden kann und damit ergeben sich 37.111 vermeidbare Fehlfahrten im Jahr 2002.

Schritt 3: Berechnung des Durchschnittskostensatzes pro Einsatzfahrt

Zur Berechnung der vermeidbaren Kosten für Fehlfahrten wären die Fehlfahrtenquoten der einzelnen Rettungsmittel notwendig. Da diese nicht vorliegen, wird der Durchschnittskostensatz pro Einsatzfahrt im Rettungsdienst für das Jahr 2002 ermittelt. Hierzu werden die Ausgaben der GKV je Fahrt im Jahr 2002 verwendet [BMGS 2003, S.10] und die prognostizierten Einsatzfahrten für 2002 in Höhe von 356.840 herangezogen. Dieser Ansatz erfolgt unter den folgenden Annahmen beziehungsweise Festlegungen:

- Die Kostensätze der PKV sind identisch mit denen der GKV.
- Nach Rücksprache mit dem BMGS sind die Kostensätze für NEF und NOA identisch mit den Kostensätzen des NAW.
- Der Anteil der einzelnen Rettungsmittel bei Verkehrsunfällen in 2002 ist identisch zum Jahr 2000. Veränderungen in Bezug auf die Rettungsmittel (Notfall mit/ ohne Notarzt,

Krankentransport) werden an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da keine spezifischen Daten für Veränderungen bei Verkehrsunfällen vorliegen [Schmiedel 2002A, S.76].

Unter Berücksichtigung dieser Annahmen und Festlegungen ergibt sich bei einem Ausgabevolumen für den Rettungsdienst für Verkehrsunfälle von circa 136 Mio. € ein Durchschnittskostensatz pro Einsatzfahrt von 382,18 €.

Tabelle 33: Ausgabevolumen der Krankenversicherungen für Rettungsdienst für Verkehrsunfälle 2002 [BMGS 2003, S.10; Schmiedel 2002A, S.42]

Fahrten	Anteil	Absolut	Kostensätze	Summe
NAW (NAW, NEF, NOA)	25,50%	90.994	390,46 €	35.529.590 €
RTW	69,60%	248.361	366,00 €	90.899.964 €
KTW	3,40%	12.133	103,38 €	1.254.303 €
RTH	1,50%	5.352	1.623,99 €	8.692.116 €
Summe	100,00%	356.840	382,18 €	136.375.973 €

Schritt 4: Berechnung der vermeidbaren Kosten für Fehlfahrten im Jahr 2002

Die Kosten des Rettungsdienstes werden im Wesentlichen durch die Anzahl der Vorhaltestunden verursacht, die in den Rettungsdienstplänen festgelegt werden. Die hierfür anfallenden Kosten sind überwiegend Fixkosten (Anteil zwischen 70-90%) und dementsprechend unabhängig von der Anzahl der Einsatzfahrten [Büch 1998, S.14ff.].

Unter der Annahme, dass 20% der Kosten des Rettungsdienstes variabel sind und damit durch die Einsatzfahrten und nicht durch Vorhaltung erklärt werden, werden die vermeidbaren Kosten durch die Reduzierung der Fehlfahrten bei Verkehrsunfällen berechnet. Hierfür wird der Durchschnittskostensatz pro Einsatzfahrt von 382,18 € herangezogen. Damit ergeben sich vermeidbare Gesamtkosten durch eine Reduzierung der 37.111 Fehlfahrten in Höhe von circa 2,84 Mio. € im Jahr 2002. Diese Kosten sind abhängig von der Verbreitung des Telemedizinsystems und werden entsprechend des Marktanteils des Systems mit 284.000 € pro 10% Marktanteil kalkuliert.

Tabelle 34: Vermeidbare Kosten für Fehlfahrten beim Einsatzanlass Verkehrsunfall 2002

Gesamtausgaben Einsatzfahrten	136.375.973 €
Durchschnittskosten pro Einsatzfahrt	382,18 €
Variabler Anteil Einsatzkosten	20,00%
Vermeidbarer Anteil	76,44 €
Vermeidbare Kosten	2.836.620 €

Unter der Annahme, dass die Kosten für den Rettungsdienst beim Einsatzanlass Verkehrsunfall zu 100% von den Krankenkassen getragen werden, entsteht dieses Kostensenkungspotential aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse (*Kapitel 4.9*) werden die Annahmen zur Quote der systemimmanenten Fehlfahrten variiert und die Auswirkungen auf das Einsparpotential untersucht.

4.5.3.2 Ausgaben durch Nachalarmierung eines Notarztes im Rettungsdienst bei Verkehrsunfällen für 2002

Festlegung der Kostenparameter

Die Entscheidung für das optimale Rettungsmittel am Einsatzort wird in der Regel von der Rettungsleitstelle getroffen. Dabei hängt die Dispositionsentscheidung von den verfügbaren Informationen, der Abfragetechnik, der Entscheidungsqualität und der verfügbaren Rettungsmittel ab. Das heißt bessere Informationen können eine korrekte Leitstellenentscheidung ermöglichen. Diese wird jedoch dadurch beeinträchtigt, dass beispielsweise

- 30% der Anrufer nicht imstande sind, die Notfallsituation annähernd treffend zu beschreiben, da sie den Patienten nicht gesehen haben oder
- in 20% der Notrufe die abgefragten Informationen nicht ausreichend sind, um die Dringlichkeit und das geeignete Rettungsmittel zu bestimmen [*Schmiedel 2002, S.53*].

Gemäß einer Untersuchung aus dem Jahr 1994 können bei Notfallmeldungen nur 55,2% der Meldepersonen konkrete Angaben zum Zustand des Patienten machen. In 44,8% der Fälle werden keine konkreten Angaben abgegeben, wobei dies zu 76,6% damit zusammen hängt, dass die Meldeperson kein direkter Zeuge des Notfalls ist. Bei 62,5% der Notfallmeldungen stellt der Disponent in der Rettungsleitstelle keine Rückfragen an die Meldeperson, wobei in 41,6% der Fälle hierzu keine Möglichkeit besteht [*Puhan 1994, S.11ff.*]. Im Rahmen einer prospektiven Untersuchung von 510 Notrufen können bei 70,3% der Notrufe keine medizinischen Befunde (Diagnosen) ermittelt werden. Bezogen auf Verkehrsunfälle erfolgt in 12,5% die Disponentenentscheidung aufgrund einer eindeutigen Indikation, in 36,0% liegt eine unsichere Indikation vor [*Sefrin 1998, S.655ff.*].

Diese Probleme führen dazu, dass in 7,1% der Notfälle ein Notarzt nachalarmiert werden muss, wobei dies zu 64,0% damit erklärt wird, dass die Notwendigkeit aufgrund des Meldebildes nicht erkannt wird. Bei 24,4% ist die Verschlechterung des Zustandes des Patienten nach Ankunft des Rettungsdienstpersonals und bei 11,6% die Zustandsveränderung während des Transportes der Grund für die Nachalarmierung eines Notarztes. In weiteren 1,2% der Notfälle steht kein Notarzt in vertretbarer Zeit zur Verfügung. Bei Verkehrsunfällen liegt der Anteil der Nachalarmierungen bei 19,8% [*Puhan 1994, S.13ff.*].

Bestimmung der Maßeinheiten

Für die Ermittlung der vermeidbaren Kosten einer Nachalarmierung werden die Zahlen aus dem Jahr 1994 auf das Jahr 2002 bezogen, da keine aktuelleren Daten vorliegen. Dabei wird von der These ausgegangen, dass bei einer vermeidbaren Nachalarmierung aufgrund des unklaren Meldebildes das disponierte Rettungsmittel „ungeeignet“ beziehungsweise medizinisch nicht optimal für die Notfallrettung ist. Folglich erfolgt bei einem Einsatz eines ungeeigneten Rettungsmittels die Nachalarmierung des Notarztes und dementsprechend hätte bei einer sofortigen richtigen Alarmierung des Notarztes das erste Rettungsmittel vermieden werden können. Als vermeidbare Kosten werden die Kosten des ungeeigneten Rettungsmittels herangezogen. Nachalarmierungen von nicht-ärztlichem Notfallrettungspersonal bleiben an dieser Stelle ebenso unberücksichtigt wie der medizinische Aspekt der Nachalarmierung: ein ungeeignetes Rettungsmittel beim Notfallpatienten kann den medizinischen Nutzen des Rettungsdienstes erheblich reduzieren.

Definition der Bewertungsmaßstäbe und Kostenmessung

Für die Berechnung der optimierbaren Nachalarmierungen wird davon ausgegangen, dass 64% der 19,8% der Nachalarmierungen bei Verkehrsunfällen aufgrund des ungenauen Meldebildes erfolgen [Puhan 1994, S.13ff.]. Dementsprechend können durch den Einsatz des Telemedizinsystems und dessen automatischer Unfallmeldung 12,67% der Einsatzfahrten ohne Notarztbeteiligung vermieden und damit die zunächst disponierten, aber ungeeigneten Rettungsmittel eingespart werden.

Für die Ermittlung der vermeidbaren Kosten der optimierbaren Nachalarmierung werden die Anteile der RTWs und KTWs an den Einsatzfahrten für Verkehrsunfälle mit der Quote der optimierbaren Nachalarmierung verrechnet. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Nachalarmierungen prozentual über die zunächst disponierten Rettungsmittel RTW und KTW anteilig verteilt sind und dass diese Verteilung auch für Verkehrsunfälle gilt. Damit ergibt sich für das Jahr 2002, dass 33.010 Fahrten dieser Rettungsmittel durch ein korrektes Meldebild vermieden hätten werden können. Verrechnet mit den Kostensätzen dieser Rettungsmittel (Tabelle 33) ergeben sich vermeidbare Gesamtkosten aufgrund der Reduzierung der Einsatzfahrten ungeeigneter Rettungsmittel in Höhe von 11,68 Mio. €.

Tabelle 35: Vermeidbare Gesamtkosten durch verbesserte Disposition

Einsatzfahrten ohne Notarztbeteiligung	Anteil	Absolut	Nachalarmierungen	Nachalarmierung optimierbar	Kostensatz	Summe
RTW	69,60%	248.361	49.175	31.472	366,00 €	11.518.843 €
KTW	3,40%	12.133	2.402	1.537	103,38 €	158.945 €
Summe		260.493	51.578	33.010		11.677.788 €

Das dargestellte Kosteneinsparpotential ist von der Verbreitung des Telemedizinsystems abhängig und pro 10% Marktdurchdringung wird mit einem Einsparpotential von 1,17 Mio. € kalkuliert. Unter der Annahme, dass die Kosten für den Rettungsdienst beim Einsatzanlass Verkehrsunfall zu 100% von den Krankenkassen getragen werden, entsteht dieses Kostensenkungspotential aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen.

4.5.3.3 Zusammenfassung der Einsparpotentiale der Strukturkosten im Rettungsdienst

Aufgrund der Verbesserung des Meldebildes durch die automatische Unfallmeldung des Telemedizinsystems kann die Disposition des Rettungsdienstes optimiert und dementsprechend Fehlfahrten im Rettungsdienst und Nachalarmierungen von Notärzten reduziert werden. Für diese beiden Strukturverbesserungen im Rettungsdienst wird ein Gesamteinsparpotential im Jahr 2002 von 14,5 Mio. € abgeschätzt, wobei dieses von der Marktdurchdringung des Telemedizinsystems abhängig ist.

Tabelle 36: Einsparpotential der Strukturkosten im Rettungsdienst 2002

	Einsparpotential (100% Marktdurchdringung)
Reduzierung der Fehlfahrten	2.836.620 €
Reduzierung von Nachalarmierungen von Notärzten	11.677.788 €
Summe	14.514.408 €

4.6 Nutzenermittlung

Bei der Nutzenermittlung wird gemäß der im *Kapitel 3.2.6* gezeigten Schrittfolge vorgegangen und dies ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt: Festlegung der Nutzenparameter, Bestimmung der Maßeinheiten, Definition der Bewertungsmaßstäbe und Nutzenmessung.

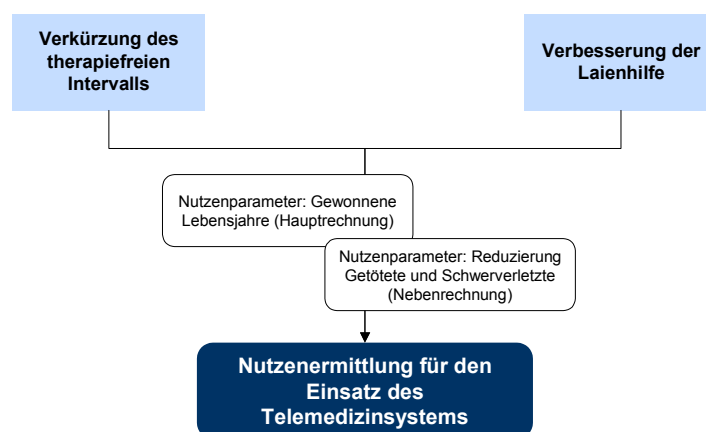


Abbildung 18: Vorgehensweise bei der Nutzenermittlung für den Einsatz des Telemedizinsystems

4.6.1 Festlegung der Nutzenparameter

Der Nutzen wird in Kosten-Wirksamkeits-Analysen in „natürlichen“ medizinischen oder epidemiologischen Outcome-Parametern gemessen [Greiner 1999, S.62]. Als Nutzenparameter der vorliegenden Kosten-Wirksamkeits-Analyse des Telemedizinsystems wird der finale Outcome-Parameter „Gewonnene Lebensjahre“ gewählt. Dieser Parameter drückt aus, wie viele Lebensjahre durch den Einsatz des Telemedizinsystems gewonnen, das heißt wie viele zusätzliche Lebensjahre für die „ursprünglich Verkehrstoten“ erzielt werden können und ist besonders aus der Sicht der Gesellschaft relevant.

In einer Nebenrechnung wird zusätzlich der Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ betrachtet. Durch den Einsatz des Telemedizinsystems soll neben der Reduzierung der Verkehrstoten auch die Anzahl der Schwerverletzten bei Verkehrsunfällen vermindert werden. Für Krankenkassen als Kostenträger ist die Reduzierung der Getöteten und Schwerverletzten aus Kostengesichtspunkten von besonderem Interesse (*Kapitel 4.5.2*).

Kosteneinsparungen durch das Telemedizinsystem werden bei der Kosten- und nicht im Rahmen der Nutzenermittlung berücksichtigt (*Kapitel 3.1.1*).

4.6.2 Bestimmung der Maßeinheiten

Als Maßeinheit für den Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ dient die Erhöhung der Überlebenswahrscheinlichkeit von Unfallopfern durch den Einsatz des Telemedizinsystems. Bezogen auf das Durchschnittsalter der bisherigen Verkehrstoten und die durchschnittliche Lebenserwartung der männlichen und weiblichen Bevölkerung in Deutschland wird der Nutzenparameter berechnet.

Der Nutzen in Form von „Gewonnenen Lebensjahren“ ist der direkte Nutzen, der unmittelbar beim Unfallopfer entsteht. Obwohl die quantitative Erhöhung der Lebenserwartung ein tangibler Nutzenparameter ist, wird aufgrund der gewählten Studienform der Kosten-Wirksamkeits-Analyse und der eingeschränkten Datengrundlage auf eine monetäre Bewertung ebenso verzichtet wie auf die Berücksichtigung intangibler Effekte wie beispielsweise die Veränderung der Lebensqualität. In einer Nebenrechnung werden für den Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ die absoluten Veränderungen dieses Parameter als Maßeinheit verwendet.

In Analogie zur Kostenermittlung werden für beide Nutzenparameter Durchschnittswerte erfasst und zum Vergleich der alternativen Anwendungsstrategien werden Inkrementalbetrachtungen vorgenommen. Das heißt es werden die Nutzenunterschiede zwischen den alternativen Anwendungsstrategien in Bezug auf das Referenzobjekt untersucht.

4.6.3 Definition der Bewertungsmaßstäbe

Zur Bewertung der Veränderung der Überlebenswahrscheinlichkeit und zur Nutzenmessung werden die beiden folgenden Einflussfaktoren der präklinischen Notfallrettung genutzt: „Verkürzung des therapiefreien Intervalls“ und „Verbesserung der Laienhilfe“. Es wird davon ausgegangen, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit beziehungsweise das „Verletzungs-Outcome“ bei Verkehrsunfällen durch den Einsatz des Telemedizinsystems über die Verkürzung des therapiefreien Intervalls und die Verbesserung der Laienhilfe positiv beeinflusst werden kann.

Zunächst werden die beiden Einflussfaktoren definiert. Deren Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit beziehungsweise das „Verletzungs-Outcome“ bei Verkehrsunfällen wird im Rahmen einer Literaturrecherche überprüft (therapiefreies Intervall) und anhand einer empirischen Untersuchung (Laienhilfe) quantitativ abgeschätzt. Für eine allgemeine Beschreibung der beiden Einflussfaktoren wird auf das *Kapitel 1.3.2* verwiesen. Anschließend wird eine Abschätzung auf die Nutzenparameter für die Kombination dieser beiden Einsatzfaktoren vorgenommen und der Nutzen des Telemedizinsystems ermittelt.

4.6.3.1 Verkürzung des therapiefreien Intervalls

Definition und Beschreibung

In der Literatur sind unterschiedliche Definitionen des therapiefreien Intervalls zu finden und daher wird folgende Festlegung getroffen: Das therapiefreie Intervall stellt die Zeitspanne vom Unfall bis zum Beginn der spezifischen Therapiemaßnahmen am Notfallpatienten durch das Notfallrettungspersonal und damit der professionellen notfallmedizinischen Versorgung dar und ist unabhängig von den Maßnahmen potentieller Laienhelfer am Unfallort [<http://www.band-online.de>; Czornik 2002, S.10; Hinkelbein 2004, S.129]. Diese Zeitspanne ist eine Grundlage für die Bewertung der Prozess- und insbesondere der Ergebnisqualität in der präklinischen Notfallrettung [Schlechtriemen 2000, S.380].

Gemäß dieser Definition setzt sich das therapiefreie Intervall aus der Meldefrist (Latenz) und der Hilfsfrist zusammen. Die Meldefrist ist die Zeitspanne vom Verkehrsunfall bis zum Gesprächsbeginn mit der Rettungsleitstelle [Hinkelbein 2004, S.128]. Die Hilfsfrist ist die Zeitspanne zwischen dem Eingang des Notrufes in der Rettungsleitstelle und dem Eintreffen des Notfallrettungspersonals am Unfallort. Ihre Dauer und Einhaltung wird gesetzlich in den Rettungsdienstgesetzen der einzelnen Bundesländer geregelt und dient der Sicherstellung einer bedarfsgerechten und flächendeckenden Notfallrettung [Hinkelbein 2004, S.130ff.]. Die Hilfsfrist ist eine Leistungsvorgabe zur Beurteilung der Strukturqualität im Rettungsdienst und der zentrale Parameter für die Bedarfsplanungen der rettungsdienstlichen Infrastruktur [Schlechtriemen 2000, S.380]. Für die Hilfsfrist existieren in den einzelnen Bundesländern nicht nur verschiedene Begriffe (zum Beispiel Reaktionszeit, Eintreffzeit), sondern es werden auch unterschiedlich bemessene Zeitspannen definiert [<http://www.band-online.de>]. In der nachfolgenden Abbildung ist dieser Sachverhalt graphisch dargestellt.

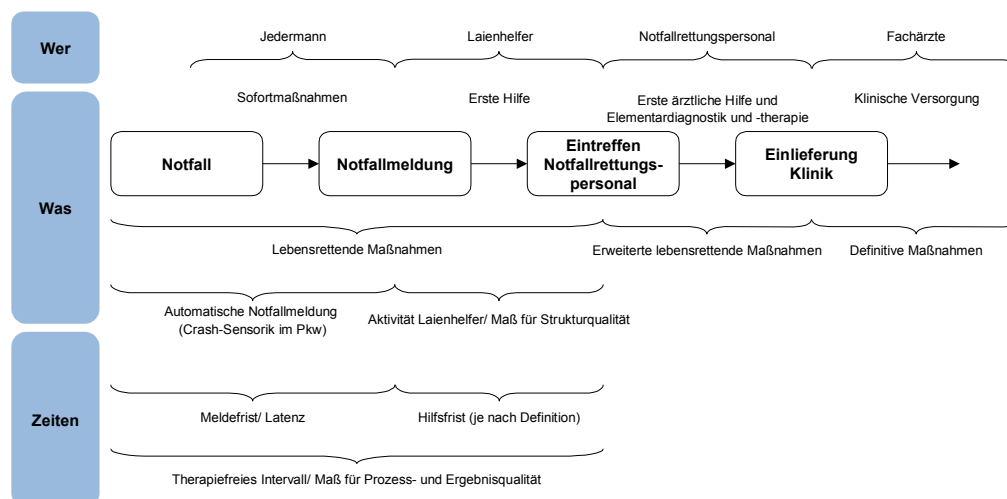


Abbildung 19: Handelnde Personen, Maßnahmen und Zeiten in der Notfallrettung [in Anlehnung an Brinkmann 2002, S.17; Hinkelbein 2004, S.126ff.]

Bei Verkehrsunfällen im Jahr 1997 beträgt das therapiefreie Intervall 13 Minuten in Städten und 21 Minuten auf dem Land, wobei außerorts die Meldefrist circa 50% dieser Zeit einnimmt [MUVBW 1996, S.70]. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommt eine Auswertung von circa 8.400 Verkehrsunfällen in den Erhebungsgebieten Hannover und Dresden für die Jahre 1999 bis 2003. Es ergibt sich ein therapiefreies Intervall von circa zwölf Minuten, wobei die Meldefrist circa fünf Minuten beträgt [Issing 2005]. Bei Untersuchungen der Hilfsfrist für Verkehrsunfälle für das Jahr 2000 trifft innerorts das erste Rettungsmittel unter Verwendung von Sonderrechten tagsüber im Mittel nach 6,9 Minuten und in der Nacht nach 7,1 Minuten am Einsatzort ein. Außerorts werden Verkehrsunfälle tagsüber in 8,7 Minuten und in der Nacht in 8,9 Minuten bedient [Schmiedel 2002A, S.56ff.].

Der Ansatzpunkt des Telemedizinssystems zur Verkürzung des therapiefreien Intervalls liegt in der Verkürzung der Meldefrist. Diese soll durch die automatische Unfallmeldung aufgrund der Pkw-Crash-Sensorik auf eine Minute verkürzt werden und damit würde das therapiefreie Intervall quasi der Zeitspanne der Hilfsfrist entsprechen. Feldtests in den USA belegen, dass die Meldefrist durch den Einsatz von „Automatic Crash Notification“ auf eine Minute gesenkt werden kann [Champion 2004, S.145; Kaniathra 2000, S.5].

Veränderungen der Zeitstrukturen in der Rettungsleitstelle und der Dispositionsqualität durch die automatische Unfallmeldung bleiben an dieser Stelle unberücksichtigt, da hierzu keine Daten vorliegen. Allerdings ist davon auszugehen, dass bei einer verbesserten Qualität des Meldebildes aufgrund der automatischen Unfallmeldung auch die zeitlichen Abläufe in der Rettungsleitstelle, die Disposition (zum Beispiel Auswahl des Rettungsmittels) und gegebenenfalls das weitere Einsatzgeschehen (zum Beispiel Information des Notfallrettungspersonals) optimiert werden können.

Untersuchungen zum Zusammenhang der Verkürzung des therapiefreien Intervalls und dem medizinischen Outcome von Unfallopfern

Wie im *Kapitel 1.3.2.2* beschrieben, ist aus medizinischer Sicht gerade das therapiefreie Intervall entscheidend für das Outcome des Notfallpatienten und die schnellstmögliche adäquate notfallmedizinische Versorgung ist von entsprechend hoher Bedeutung [Schlechtriemen 2000, S.380]. Nachfolgend werden die Auswirkungen der Verkürzung des therapiefreien Intervalls auf die Unfallfolgen bei Verkehrsunfällen anhand der Erkenntnisse der wissenschaftlichen Forschung in der Literatur dargestellt.

„Einflussfaktoren auf die Überlebenswahrscheinlichkeit beim Polytrauma“

Auf der Basis prospektiv erhobener Daten des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie über Schwerverletzte (5.353 Fälle) stellen *Schwermann et al.* im Rahmen einer bivariaten Analyse unter anderem fest, dass Unfallopfer um so häufiger versterben, je länger der Notarzt bis zum Eintreffen am Unfallort benötigt. Vor allem ab einem therapiefreien Intervall von mehr als 25 Minuten steigt die Letalität deutlich an. Eine multivariate Analyse ergibt, dass jede Minute, die der Notarzt länger benötigt, um den Unfallort zu erreichen, die Überlebenswahrscheinlichkeit des Unfallopfers um 3,3 Promille sinkt [Schwermann 2003, S.286ff.].

Telematik im Verkehr – STORM-Projekt

Im Jahr 1993 wird im Rahmen des „Regionalen Verkehrsmanagements Stuttgart“ (STORM Projekt) durch die Schaffung eines Datenverbundes aller Verkehrsbereiche im Raum Stuttgart eine bessere Nutzung und optimale Verknüpfung der bestehenden Verkehrssysteme und Straßen ermöglicht. Ein Teilprojekt ist die Etablierung eines Notrufsystems, das fahrzeugseitig aus einem System zur automatischen Unfallmeldung durch Aufprallsensoren inklusive Fahrzeugortung besteht. Die Informationen über das verunglückte Fahrzeug und den Unfallort werden an die Rettungsleitstelle übersendet mit dem Ziel, die Rettungszeiten zu verkürzen. Ergebnis dieses Feldversuches ist, dass innerorts das therapiefreie Intervall von 14 Minuten auf acht Minuten reduziert und damit die Überlebenswahrscheinlichkeit von schwerverletzten Unfallopfern um 7% gesteigert werden können. Außerorts wird das therapiefreie Intervall von 21 Minuten auf zwölf Minuten verkürzt und die Überlebenswahrscheinlichkeit um 12% erhöht [MUVBW 1996, S.8/13/67ff.].

eCall/ E-MERGE

Wie im *Kapitel 1.4* beschrieben soll im Rahmen des 3. Europäischen Aktionsprogramms für die Straßenverkehrssicherheit die Zahl der 40.000 Verkehrstoten in der Europäischen Union bis 2010 um 50% reduziert werden. Als ein wichtiger Ansatzpunkt wird die Verkürzung des therapiefreien Intervalls identifiziert und entsprechend das Projekt „eCall“ mit dem Ziel aufgelegt, vom Jahr 2009 an alle Neufahrzeuge in Europa mit einem einheitlichen Notrufsystem „eCall“ auszustatten. Das „eCall-System“ setzt nach einem Zusammenstoß einen Notruf an eine Notrufzentrale ab und übermittelt den

genauen Unfallort. Dieser Notruf kann entweder automatisch oder manuell ausgelöst werden und der Einsatz der Rettungsdienste soll durch schnellere Unfallmeldungen und genauere Standortangaben beschleunigt werden. Aufgrund einer quantitativen und qualitativen Befragung ausgewählter internationaler Experten (Angabe der Wertebereiche in Klammern) wird mit einer Reduzierung der Verkehrstoten um 5% (5-10%) und der Schwerverletzten um 10% (5-15%) gerechnet. Es werden keine Auswirkungen des „eCall-Systems“ auf die Anzahl der Leichtverletzten erwartet. Durch ein vollständig ausgebautes „eCall-System“ sollen nach diesen Abschätzungen pro Jahr in Europa bis zu 2.000 Menschenleben gerettet werden [*E-MERGE 2004, S.49; Europäische Kommission 2003, S.3ff.*].

Projekt GSM-Schutzengel

Das GSM-Schutzengel-System besteht aus einem Mobilfunkgerät, das in der Lage ist, einen Unfall zu erkennen und automatisch den Notruf abzusetzen. Das Mobilfunkgerät enthält entweder einen stoßempfindlichen Sensor (Beschleunigungssensor) oder eine Verbindung zu den Sensoren des Pkws (zum Beispiel Airbag). Nachdem der Unfall erkannt wird, werden die geographischen Koordinaten mittels GSM an die Rettungsleitstelle übermittelt, die die Disposition des Notfallrettungspersonals auslösen kann. Zusätzlich kann das System potentielle Laienhelfer an den Unfallort leiten, aus einer Datenbank können die Krankheitsdaten des Unfallopfers an das Notfallrettungspersonal übermittelt und über eine Sprachverbindung kann das Unfallopfer von der Rettungsleitstelle beruhigt und potentielle Laienhelfer angeleitet werden. Bei einem flächendeckenden Einsatz des GSM-Schutzengel-Systems in Deutschland wird davon ausgegangen, dass jedes Jahr circa 10% der Verkehrstoten vermieden werden können. Es wird keine Spezifizierung dieses Einsparpotentials vorgenommen, sondern auf die Ergebnisse des STORM-Projektes (*Kapitel 4.6.3.1*) verwiesen [<http://gsm-schutzengel.de>].

„Reducing Highway Deaths and Disabilities with Automatic Wireless Transmission (...)“

Auf der Basis einer Untersuchung der US-amerikanischen Unfalldaten der NHTSA werden im Jahr 1997 die Zeitstrukturen bei Verkehrsunfällen in den USA und die Auswirkungen einer „Automatic Crash Notification“ inklusive der Softwarelösung „URGENCY“ analysiert. Die ACN nutzt die Unfalldaten aus der Pkw-Crash-Sensorik, verfügt über eine GPS-Lokalisierungsfunktion und schnurlose Kommunikationsmöglichkeiten. *Champion et al.* prognostizieren, dass durch die ACN die Meldefrist außerorts von durchschnittlich neun Minuten auf eine Minute gesenkt werden kann. Dadurch soll in den USA die Zahl der 24.000 Verkehrstoten außerorts um 3.000 Verkehrstote (12%) gesenkt werden. Für Europa wird eine Senkung der Verkehrstoten um 15% aufgrund der Einführung der ACN für möglich gehalten [*Champion 1997*].

Fazit der Literaturrecherche

In der nachfolgenden Übersicht werden die wesentlichen Ergebnisse der Literaturrecherche zur Verkürzung des therapiefreien Intervalls bei Verkehrsunfällen und deren Nutzenpotential zusammengefasst.

Tabelle 37: Übersicht Literaturrecherche zur Verkürzung des therapiefreien Intervalls

Autor/ Institution/ Projekt	Bezugszeit/ Bezugsregion	Nutzenpotential/ Ergebnis	Verfügbarkeit Rechenmodell/ Datengrundlage
Champion	1997; USA und Europa	Reduzierung Getötete Land in USA: 12%; Reduzierung Getötete in Europa: 15%	Daten: National Highway Traffic Safety Administration
eCall/ E-MERGE	2002-2004; Europa	Reduzierung Getötete: 5%; Reduzierung Schwerverletzte: 10%	Hinweise auf Befragungsergebnisse
GSM-Schutzengel	2004; Deutschland	Reduzierung Getötete: 10%	Bezugnahme auf Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Schwermann	2003; Deutschland	Überlebenswahrscheinlichkeit sinkt pro Minute bis zum Eintreffen des Notarztes um 3,3 Promille	5.353 Fälle des Traumaregisters; Bivariate Analyse: Korrelation; Multivariate Analyse: Probit- Schätzung
Straßenbauverwaltung	1996; Deutschland	Reduzierung Getötete innerorts um 7% und außerorts um 12%	Abschätzung laut Verfasser

Anhand der dargestellten Ergebnisse in der Literatur wird bestätigt, dass die Verkürzung des therapiefreien Intervalls sich positiv auf die Überlebenswahrscheinlichkeit beziehungsweise das medizinische Outcome der Unfallopfer auswirkt. Einschränkungen bei der Interpretation der Studienergebnisse ergeben sich allerdings dadurch, dass meist die Rechenmodelle beziehungsweise Datengrundlagen nicht verfügbar sind beziehungsweise nicht dargestellt werden. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass geeignete Daten für empirische Untersuchungen nur begrenzt verfügbar sind und diese in der erforderlichen Qualität kaum prospektiv erhoben werden können.

Für die weiteren Analysen und Berechnungen zur Nutzenermittlung der Verkürzung des therapiefreien Intervalls werden die Annahmen aus dem Projekt „eCall/ E-MERGE“ verwendet: Reduzierung der Verkehrstoten um 5% und der Schwerverletzten um 10%. Die anderen Ergebnisse der Literaturrecherche weisen eine vergleichbare Größenordnung auf. Mit dieser Annahme ist zusätzlich ein Vergleich zwischen dem Telemedizinssystem und dem „eCall-System“ möglich.

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse (Kapitel 4.9) werden die Auswirkungen der Variationen dieser Nutzenpotentiale untersucht. Da das Zustandekommen der Nutzenpotentiale in der Literatur kaum nachvollziehbar dargestellt wird, werden die durch die Verkürzung des therapiefreien Intervalls

erzielbaren Nutzengrößen durchaus kritisch hinterfragt. Demzufolge wird im *Kapitel 5.1.6.1* die US-amerikanische Datenbank CDS ausgewertet, um den Einfluss der Verkürzung der Meldefrist auf die Überlebenswahrscheinlichkeit beziehungsweise das „Verletzungs-Outcome“ von Unfallopfern von Verkehrsunfällen in den USA zu analysieren und um abzuschätzen, ob die vorausgehend angenommenen Nutzenpotentiale realistisch sind.

4.6.3.2 Verbesserung der Laienhilfe

Definition und Beschreibung

Unter dem Einflussfaktor „Verbesserung der Laienhilfe“ wird verstanden, dass Laienhilfe am Unfallort durchgeführt und die Qualität der Laienhilfe verbessert wird. Laienhilfe bezeichnet nachfolgend die Erste-Hilfe-Maßnahmen durch medizinische Laien am Unfallort vor Eintreffen des Notfallrettungspersonals und ist damit von den Maßnahmen von Ärzten oder Notfallrettungspersonal abzugrenzen, die zufällig als Erste am Unfallort sind. Als Erste-Hilfe-Maßnahmen werden insbesondere lebensrettende Sofortmaßnahmen bei Störung des Bewusstseins, der Atmung und von Herz und Kreislauf, Maßnahmen bei Schock und Erstickungsgefahr, Blutungsstillung und Wundversorgung, Herz-Lungen-Wiederbelebung, aber auch psychologische Betreuung verstanden [Keggenhoff 2003, S.29ff.].

Laienhelfer sind verpflichtet, Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Unfallopfern durchzuführen. Unterlassene Hilfeleistung bei Unglücksfällen wird gemäß § 323c StGB vom Gesetzgeber mit Freiheits- oder Geldstrafe geahndet. Hintergrund dieser Regelung ist, dass Laienhelfer in 59% der Fälle vor dem Eintreffen des Notfallrettungspersonals am Unfallort sind und daher für die Sicherstellung einer suffizienten Laienhilfe prädestiniert sind [Thierbach 2004, S.274]. So ist die Überlebenswahrscheinlichkeit beziehungsweise das medizinische Outcome des Unfallopfers in hohem Maße von der Laienhilfe abhängig. Das später eintreffende Notfallrettungspersonal hat deutlich schlechtere Ausgangsbedingungen [Donner-Banzhoff 1999, S.140] „Im großstädtischen Raum ist der Notarztdienst mit kurzen Eintreffzeiten und hohem Ausbildungs- und Trainingsstand eher in der Lage, fehlende Erste Hilfe von Laien zu kompensieren. Im ländlichen Raum mit naturgemäß längeren Eintreffzeiten der Rettungsmittel nimmt die vitale Bedeutung der Laienhilfe zu“ [Bartsch 1989, S.77].

Wie im *Kapitel 1.3.2.1* dargestellt, ist jedoch in der Praxis festzustellen, dass die Laienhelfer bei Verkehrsunfällen einerseits zu wenig helfen (fehlende Motivation) und andererseits nicht suffizient helfen (mangelhafte Kompetenz). Dieser Mangel soll durch das Telemedizinssystem mit der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ behoben werden.

Analyse einer empirischen Untersuchung

Für die Nutzenbewertung der Verbesserung der Laienhilfe durch das Telemedizinsystem wird Bezug auf eine Analyse von Verkehrsunfällen in Deutschland genommen [Issing 2005]. Diese empirische Untersuchung beschäftigt sich spezifisch mit der Abschätzung der Auswirkungen von Laienhilfe auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von Unfallopfern bei Verkehrsunfällen. Die Ergebnisse dieser Analyse werden auf den Einsatz des Telemedizinsystems bezogen. Dementsprechend wird die Wahrscheinlichkeit berechnet, dass durch Laienhilfe die Zahl der Verkehrstoten gesenkt werden kann und es wird abgeschätzt, welchen Einfluss die Suffizienz der Laienhilfe hat. Auf der Basis der Ergebnisse für die Überlebenswahrscheinlichkeit wird eine Abschätzung für eine mögliche Reduzierung der Schwerverletzten vorgenommen.

Schritt 1: Datenbank und Datengrundlage

Im Rahmen der durchgeführten empirischen Untersuchung werden die Daten der GIDAS-Datenbank genutzt. Diese Datenbank ist ein 1973 initiiertes Gemeinschaftsprojekt unter anderem der Bundesanstalt für Straßenwesen und der Forschungsvereinigung Automobiltechnik in Zusammenarbeit mit der Medizinischen Hochschule Hannover und der Universität Dresden. In dieser Datenbank werden derzeit jährlich in den Erhebungsgebieten Hannover und Dresden circa 2.000 Verkehrsunfälle mit Personenschäden nach einem statistischen Stichprobenplan erfasst. Insgesamt werden circa 500 bis 3.000 Informationen pro Unfall aufgenommen und unter anderem Umweltbedingungen, Fahrzeugdeformationen, Crashinformationen, Unfallhergang, personen-spezifische Informationen, Verletzungsmuster und präklinische und klinische Versorgung abgebildet.

Mit dem Einsatz der GIDAS-Datenbank besteht Zugriff auf circa 8.400 Unfälle mit circa 10.000 verletzten Personen, die im Zeitraum von 1999 bis 2003 erfasst worden sind (Datenbank-Stand: 18. Februar 2004).

Schritt 2: Zielsetzung der Untersuchung und Methodik

Das Ziel der durchgeführten empirischen Untersuchung ist unter anderem die Überprüfung der Zusammenhänge zwischen durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen von Laienhelfern bei Verkehrsunfällen und den Unfallfolgen (überlebt, verstorben) für die Unfallopfer. Daneben werden unter anderem Personeneigenschaften (Alter, Alter-Quadrat) und die Schwere der Unfallverletzungen (MAIS, ISS, GCS) berücksichtigt.

Neben bivariaten Analysen werden mögliche Zusammenhänge in einer multivariaten Analyse mittels der logistischen Regression untersucht. Die Unfallfolgen stellen die abhängige Variable dar. Als unabhängige Variablen werden unter anderem die Verletzungsschwere, das Alter und die durchgeführten Erste-Hilfe-Maßnahmen einbezogen.

Schritt 3: Ergebnis der empirischen Untersuchung für die Unfallfolge „Überleben“

In die Analyse der Unfallfolge „Überleben“ werden 1.244 Datensätze einbezogen, für die bekannt ist, ob Erste-Hilfe-Maßnahmen durchgeführt worden sind. Mit dem Entscheidungskriterium der Verletzungsschwere (MAIS 3-5) werden 399 Datensätzen berücksichtigt und hiervon können 352 Datensätze verwendet werden, für die die Ausprägungen der einbezogenen unabhängigen Variablen vollständig erfasst sind. Weitere 91 Personen erleiden tödliche beziehungsweise derzeit nicht behandelbare Verletzungen (MAIS 6). Das Ergebnis der logistischen Regression für MAIS 3-5 Verletzungen ist nachfolgend dargestellt.

Tabelle 38: Ergebnis der logistischen Regression für Unfallfolge „Überleben“; abhängige Variable: Tod (0: überlebt, 1: verstorben); Nagelkerke-R-Quadrat = 0,578 [Issing 2005]

	Koeffizient B	Standard fehler	Signifikanz	Exp (B)	95% Konfidenzintervall für Exp (B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter-Quadrat (Jahre-Quadrat)	0,0003	0,000	0,000	1,000	1,000	1,001
ISS	0,091	0,017	0,000	1,095	1,060	1,132
GCS (gruppiert)	-2,414	0,426	0,000	0,089	0,039	0,206
Erste-Hilfe-Maßnahmen (1:ja)	-1,176	0,509	0,021	0,308	0,114	0,836
Konstante	-2,051	0,682	0,003	0,129		

Schritt 4: Berechnung beziehungsweise Abschätzung des Nutzens der Verbesserung der Laienhilfe

Schritt 4.1: Berechnung der Unfallfolge „Überleben“

Zur Berechnung des Nutzens der Laienhilfe für die betrachtete Unfallfolge „Überleben“ wird folgendermaßen vorgegangen:

- 1) Berechnung der aggregierten Einflussstärken (Logits) der unabhängigen Variablen (Ist-Ausprägungen) auf die abhängige Variable (überlebt, verstorben) für Erste-Hilfe-Maßnahmen = Ist (Ist-Ausprägung Laienhilfe) und Erste-Hilfe-Maßnahmen = 1 („immer Laienhilfe“); MAIS 3-5
- 2) Abschätzung der logistischen Funktion (p) für die Wahrscheinlichkeiten der erwarteten Ausprägungen der abhängigen Variable „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ und „immer Laienhilfe“ mit Ist-Ausprägung der weiteren unabhängigen Variablen; MAIS 3-5
- 3) Vergleich der vorhergesagten Eintrittswahrscheinlichkeiten „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ mit „immer Laienhilfe“ für die abhängige Variable; MAIS 3-5
- 4) Abschätzung des Bewertungsmaßstabes des Telemedizinsystems durch Vergleich „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ mit „immer Laienhilfe“; MAIS 3-6
- 5) Abschätzung des Einflusses der Qualität von Laienhilfe auf die betrachtete Unfallfolge „Überleben“

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Berechnung des Nutzens der Laienhilfe für die Unfallfolge „Überleben“ ohne Betrachtung der Suffizienz der Laienhilfe dargestellt.

Tabelle 39: Berechnung des Nutzenpotentials für Unfallfolge „Überleben“ bei „immer Laienhilfe“ [in Anlehnung an Issing 2005]

Verletzungsschwere	Klassifizierung	Anzahl	Anteil
MAIS 3-5, Datensätze gesamt	Gesamt	399	100%
	Verstorben	87	21,80%
MAIS 3-5; Datensätze verwendbar	Gesamt	352	100%
	Verstorben	73	20,74%
	Prognose der logistischen Regression: Verstorben bei „Ist-Ausprägung Laienhilfe“	73,38	20,85%
	Prognose der logistischen Regression: Verstorben bei „immer Laienhilfe“	67,89	19,29%
	Prognose der logistischen Regression: Reduzierung der Verkehrstoten bei „immer Laienhilfe“ (MAIS 3-5)	5,48	7,47%
MAIS 6	Gesamt	91	100%
	Verstorben	91	100%
MAIS 3-6	Anteil Verstorbene MAIS 3-5 an Gesamt-Verstorbenen	87	48,88%
	Anteil Verstorbene MAIS 6 an Gesamt-Verstorbenen	91	51,12%
	Prognose der logistischen Regression: Reduzierung der Verkehrstoten bei „immer Laienhilfe“ (MAIS 3-6)		3,65%

Bei der Auswertung der Daten fällt auf, dass der Anteil der Laienhilfe in der GIDAS-Datenbank bei 87,22% liegt. Dies ist verglichen mit Abschätzungen anderer Untersuchung in der Literatur als sehr hoch zu bewerten (*Kapitel 1.3.2.1*). Mit dem Modell der logistischen Regression werden in Bezug auf die 352 betrachteten Personen (MAIS 3-5) 73,38 Verkehrstote vorhergesagt. Die Ist-Ausprägung liegt für diese Personengruppe bei 73 Verstorbenen und dies spricht, ebenso wie das Nagelkerke-R-Quadrat = 0,578, für die Güte des Regressionsmodells.

Insgesamt lässt sich mit dieser Berechnung prognostizieren, dass durch den Einsatz des Telemedizinsystems und der damit verbundenen Motivation der Unfallzeugen zur Durchführung von Laienhilfe die Zahl der Verkehrstoten um 3,65% reduziert werden kann. Dabei wird allerdings unterstellt, dass aufgrund des Telemedizinsystems in allen Fällen Laienhilfe geleistet wird. Diese Annahme ist durchaus kritisch zu diskutieren und wird in der nachfolgenden Abschätzung zur Qualität der Laienhilfe eingeschränkt.

Es ist zu berücksichtigen, dass das Telemedizinsystem auch die Qualität der Laienhilfe und damit die Überlebenswahrscheinlichkeit der Unfallopfer verbessert. So werden Laienhelfer mittels der Systemkomponente „Telemedizin für Laienhelfer“ bei Erste-Hilfe-Maßnahmen am Unfallort per Audio- und Videoverbindung von Ärzten im Telemedizincenter unterstützt und es werden zusätzliche Diagnose- und Therapiemöglichkeiten eingesetzt (*Tabelle 8*). Daher ist davon auszugehen, dass die durch die Verbesserung der Qualität der Laienhilfe die Anzahl der Verkehrstoten weiter reduziert werden kann.

Allerdings liegen für eine Abschätzung der Auswirkungen der möglichen Erhöhung der Qualität der Laienhilfe auf die Unfallfolge „Überleben“ bei Verkehrsunfällen keine wissenschaftlichen Erkenntnisse vor [*Dick 2003, S.673ff.*]. Daher werden nachfolgend die Ergebnisse einer Studie zum Einfluss der Laienreanimation bei Herz-Kreislauf-Stillständen herangezogen [*Gallagher 1995, S.1922ff.*]. Im Rahmen dieser Untersuchung wird die Suffizienz von durchgeführten Herz-Lungen-Wiederbelebungen analysiert. Insgesamt beträgt für das Verhältnis von Überlebens- zu Letalitätswahrscheinlichkeit bei Laienreanimation der Effekt-Koeffizient odds ratio (OR) = 3,7 (95% Konfidenzintervall: 1,7-8,8; $p < 0,001$). Für die durchgeführte Untersuchung auf Basis der GIDAS-Daten (*Tabelle 38*) ist der OR = 3,2 (95% Konfidenzintervall: 1,2-8,8; $p < 0,03$) und kommt trotz deutlicher Unterschiede im Studiendesign und der betrachteten Notfälle dem Ergebnis von *Gallagher et al.* sehr nahe [*Issing 2005*]. Für die suffiziente Laienreanimation beträgt der OR = 5,7 (95% Konfidenzintervall: 2,7-12,2; $p < 0,001$). Dieser Effekt-Koeffizient für suffiziente Laienhilfe wird herangezogen, um eine Abschätzung vorzunehmen, welchen Einfluss die Qualität der Laienhilfe auf die Unfallfolge „Überleben“ hat. Entsprechend wird angenommen, dass die Suffizienz der Laienhilfe nach *Gallagher et al.* der erreichbaren Qualität der Laienhilfe durch das Telemedizinsystem in der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ entspricht. Folglich wird dieser entsprechend angepasste Koeffizient $B = -1,740$ für das logistische Regressionsmodell auf die verwendbaren Daten der GIDAS-Datenbank angewendet. Dabei werden jedoch nur die „Ist-Ausprägungen Laienhilfe“ berücksichtigt, dass heißt es wird davon ausgegangen, dass der idealtypische Fall von „immer Laienhilfe“ durch den Einsatz des Telemedizinsystems nicht realistisch ist. In der nachfolgenden Tabelle ist die Abschätzung der Reduzierung der Verkehrstoten für die „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ bei suffizienter Qualität dargestellt.

Tabelle 40: Berechnung des Nutzenpotentials für Unfallfolge „Überleben“ bei „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ und angemessener Qualität der Laienhilfe [in Anlehnung an Issing 2005]

Verletzungsschwere	Klassifizierung	Anzahl	Anteil
MAIS 3-5; Datensätze verwendbar	Gesamt	352	100%
	Verstorben	73	20,74%
	Prognose der logistischen Regression: Verstorben bei „Ist-Ausprägung Laienhilfe“	73,38	20,85%
	Prognose der logistischen Regression: Verstorben bei „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ und suffizienter Laienhilfe	60,37	17,15%
	Prognose der logistischen Regression: Reduzierung der Verkehrstoten bei „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ und suffizienter Laienhilfe (MAIS 3-5)	13,01	17,73%
MAIS 3-6	Anteil Verstorbenene MAIS 3-5 an Gesamt-Verstorbenen	87	48,88%
	Anteil Verstorbenene MAIS 6 an Gesamt-Verstorbenen	91	51,12%
	Prognose der logistischen Regression: Reduzierung der Verkehrstoten bei „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ und suffizienter Laienhilfe (MAIS 3-6)		8,67%

Die vorgenommene Berechnung wird auf 9% aufgerundet, da einerseits der in der GIDAS-Datenbank zugrunde gelegte Anteil der Laienhilfe von 87,22% als in der Realität sehr hoch eingeschätzt wird. Andererseits wird angenommen, dass die Qualität der Laienhilfe durch die fachspezifische Anleitung des ärztlichen Personals im Telemedizincenter zusätzlich gesteigert werden kann. Entsprechend dieser Abschätzung wird in den nachfolgenden Berechnungen davon ausgegangen, dass der Bewertungsmaßstab für „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ durch das Telemedizinsystem mit der entsprechenden Qualitätsverbesserung der Laienhilfe 9% beträgt. Das heißt es wird prognostiziert, dass die Zahl der Verkehrstoten mit der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ um 9% reduziert werden kann. Im *Kapitel 5.1.6.2* werden diese Annahmen diskutiert.

Schritt 4.2: Abschätzung der Unfallfolge „Verletzungs-Outcome“

Eine Auswertung der Unfallfolge „Verletzungs-Outcome“ (schwerverletzt, leichtverletzt) wird an dieser Stelle nicht durchgeführt. Im Rahmen der Analysen wird festgestellt, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen der Verletzungsschwere und der Durchführung von Laienhilfe gibt [Issing 2005]. Das heißt Laien helfen umso häufiger, je schwerer die Unfallopfer verletzt sind beziehungsweise nicht- oder wenigverletzten Personen wird nicht oder selten geholfen. Qua Definition ist jedoch bei Leichtverletzten auch weniger oft Laienhilfe notwendig als bei Schwerverletzten (Klassifikation gemäß StVUnfStatG; *Kapitel 4.5.2.1*). Entsprechend kann aufgrund der retrospektiv erhobenen Daten keine logistische Regression mit Verletzungsschwere und Erste-Hilfe-Maßnahmen

als unabhängige Variable und der Unfallfolge „Verletzungs-Outcome“ als abhängige Variable durchgeführt beziehungsweise sinnvoll interpretiert werden.

Für die nachfolgende Nutzenermittlung wird für die Unfallfolge „Verletzungs-Outcome“ mit einem Bewertungsmaßstab in der Größenordnung der Unfallfolge „Überleben“ kalkuliert. Das heißt es wird davon ausgegangen, dass durch die Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ und damit der „Ist-Ausprägung Laienhilfe“ mit suffizienter Qualität die Zahl der Schwerverletzten um 9% gesenkt werden kann.

4.6.3.3 Fazit der Definition der Bewertungsmaßstäbe

Zusammenfassend sind die Bewertungsmaßstäbe für die beiden Einflussfaktoren „Verkürzung des therapiefreien Intervalls“ und „Verbesserung der Laienhilfe“ in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

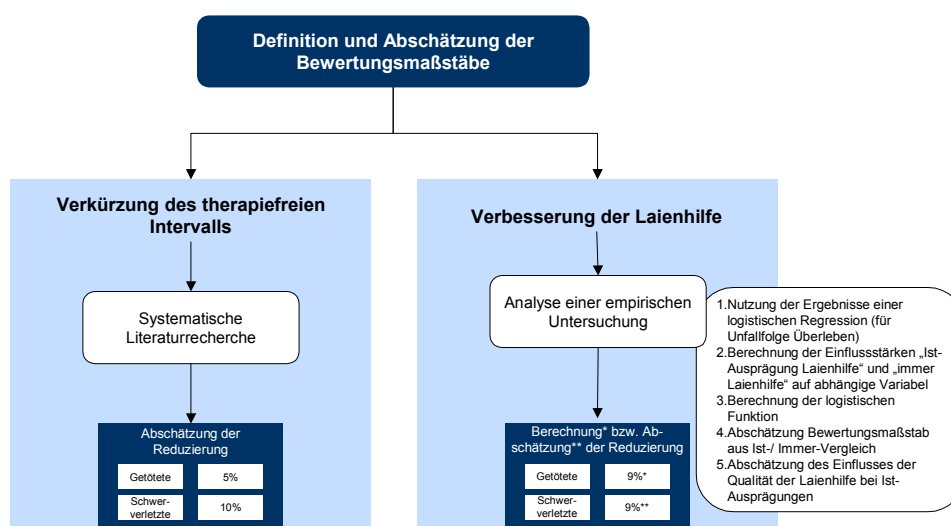


Abbildung 20: Vorgehensweise bei der Abschätzung der Bewertungsmaßstäbe für die Nutzenermittlung und Ergebnisse

Die Nutzengrößen der Verbesserung der Laienhilfe werden im Rahmen der Sensitivitätsanalyse (Kapitel 4.9) variiert und entsprechend werden die Auswirkungen dieser Veränderungen analysiert. In der Diskussion (Kapitel 5.1.6.2) wird das Ergebnis der vorgenommenen Abschätzung der Nutzengrößen hinterfragt und mit den Erkenntnissen der wissenschaftlichen Forschung in der Literatur verglichen.

4.6.4 Nutzenmessung

Nachfolgend wird für die beiden betrachteten Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ und „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ das Nutzenpotential für das Jahr 2002 ermittelt.

4.6.4.1 Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“

Schritt 1: Berechnung der Lebenserwartung

Für die Berechnung der durchschnittlichen Lebenserwartung der Verkehrstoten werden die Daten der Sterbetafel des statistischen Bundesamtes für die Jahre 2001 bis 2003 und die Einteilung der Unfallopfer nach Altersklassen genutzt [Destatis 2004]. Für die Verteilung der Unfallopfer nach Geschlechtern werden die Daten aus dem Jahr 1994 der BAST verwendet (Tabelle 26). Der Anteil der Männer liegt bei 59% und der Anteil der Frauen bei 41%, wobei von einer identischen Verteilung für die Verkehrstoten ausgegangen wird. Entsprechend der Altersgruppen nach Destatis wird in der nachfolgenden Tabelle das durchschnittliche Alter der Verkehrstoten in den Altersgruppen berechnet.

Tabelle 41: Durchschnittsalter der männlichen und weiblichen Unfallopfer in den Altersgruppen 2002 [Destatis 2004]

Altersgruppen	Mittleres Alter Männer	Mittleres Alter Frauen
unter 15 Jahre	8	8
15 bis unter 18 Jahre	16	16
18 bis unter 25 Jahre	21	21
25 bis unter 65 Jahre	45	45
65 und mehr Jahre	71	73

Gemäß der Sterbetafel liegt die durchschnittliche Lebenserwartung bei einer Geburt im Jahr 2002 bei Männern bei 76 Jahren und bei Frauen bei 81 Jahren. Hieraus wird die durchschnittliche Lebenserwartung für 2002 ermittelt, die die Verkehrstoten „eigentlich“ gehabt hätten, wenn sie nicht tödlich verunfallt wären [Destatis 2004].

Tabelle 42: Durchschnittliche Lebenserwartung der männlichen und weiblichen Unfallopfer in den Altersgruppen 2002 [Destatis 2004]

Altersgruppen	Lebenserwartung Männer	Lebenserwartung Frauen
unter 15 Jahre	68	74
15 bis unter 18 Jahre	60	66
18 bis unter 25 Jahre	55	61
25 bis unter 65 Jahre	33	38
65 und mehr Jahre	12	13

Schritt 2: Berechnung der Ergebniswahrscheinlichkeiten

Die Ausgangsbasis für die Berechnung der Ergebniswahrscheinlichkeiten in Bezug auf den Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ ist die Unfallsituation im Jahr 2002. In der nachfolgenden Tabelle werden die Getöteten (und Verletzten) nach Alters- und Benutzergruppen dargestellt [Destatis 2005A; Destatis 2005B].

Tabelle 43: Getötete und verletzte Unfallopfer nach Alters- und Benutzergruppen 2002 [Destatis 2005A; Destatis 2005B]

		Getötete (absolut)	Getötete (Anteil)	Verletzte (absolut)	Verletzte (Anteil)
Gesamt		6.842	100,00%	476.413	100,00%
Altersgruppen	unter 15 Jahre	216	3,16%	41.047	8,62%
	15 bis unter 18 Jahre	318	4,65%	30.923	6,49%
	18 bis unter 25 Jahre	1.550	22,65%	102.339	21,48%
	25 bis unter 65 Jahre	3.522	51,48%	264.097	55,43%
	65 und mehr Jahre	1.236	18,06%	37.467	7,86%
	Unbekannt	-	-	540	0,11%
Benutzergruppen	Fahrrad	583	8,52%	70.163	14,73%
	Mofa, Moped	131	1,91%	17.871	3,75%
	Motorrad	913	13,34%	37.366	7,84%
	Pkw	4.005	58,54%	291.977	61,29%
	Bus	12	0,18%	4.817	1,01%
	Güterkraftwagen	244	3,57%	13.295	2,79%
	Fußgänger	873	12,76%	36.343	7,63%
	Sonstige	81	1,18%	4.581	0,96%

Schritt 2.1: Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“

Für die Berechnung der Ergebniswahrscheinlichkeiten werden die folgenden Annahmen getroffen:

- Das Telemedizinsystem ist im Pkw installiert und entsprechend kann die automatische Unfallmeldung „nur“ für Pkw-Insassen einen Nutzen erzielen beziehungsweise das Nutzenpotential der Ausstattungsvariante kann nur für diese Personengruppe ausgeschöpft werden. Andere Benutzergruppen werden in diese Berechnungen nicht einbezogen. Der Anteil der getöteten Pkw-Insassen liegt bei 58,5%, das heißt die Basis für die Berechnung möglicher verhinderter Verkehrstoter liegt bei 4.005 Toten [Destatis 2005A].
- Pro polizeilich erfassten Unfall im Jahr 2002 versterben durchschnittlich 1,10 Personen [Destatis 2005A]. Das Telemedizinsystem im Pkw meldet sowohl die Unfalldaten als auch die Besetzung des Pkws und kann entsprechend allen verunglückten Pkw-Insassen nutzen.
- Die Altersgruppenverteilung für die Benutzergruppe Pkw ist identisch mit der gesamten Altersgruppenverteilung und eine Reduzierung der Verkehrstoten erfolgt mit identischen Anteilen über alle Altersgruppen.
- Die Berechnung erfolgt für die Variante 100% Marktdurchdringung.

In der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ verkürzt das Telemedizinsystem das therapiefreie Intervall. Im Kapitel 4.6.3.1 wird dargestellt, dass diese Verkürzung die Verkehrstoten um 5% reduziert. Entsprechend lassen sich die getöteten Pkw-Insassen durch den Einsatz des Telemedizinsystems verringern und es ergibt sich das nachfolgend dargestellte Einsparpotential für Männer und Frauen.

Tabelle 44: Verringerung der getöteten Pkw-Insassen durch die automatische Unfallmeldung 2002

Altersgruppen	Verringerung der getöteten Pkw-Insassen	Anteil Männer	Anteil Frauen
unter 15 Jahre	7	4	3
15 bis unter 18 Jahre	9	5	4
18 bis unter 25 Jahre	46	27	19
25 bis unter 65 Jahre	103	61	42
65 und mehr Jahre	36	21	15
Summe	201	118	83

Der Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ lässt sich aus der Verringerung der getöteten männlichen und weiblichen Pkw-Insassen und deren durchschnittliche Lebenserwartung (Tabelle 42) berechnen. Durch die automatische Unfallmeldung des Telemedizinsystems ergibt sich ein Nutzenpotential im Jahr 2002 von 7.448 gewonnenen Lebensjahren, 4.172 bei Männern und 3.275 bei Frauen.

Tabelle 45: Gewonnene Lebensjahre durch die automatische Unfallmeldung 2002; Rundungsdifferenzen

Altersgruppen	Männer	Frauen
unter 15 Jahre	254	192
15 bis unter 18 Jahre	329	252
18 bis unter 25 Jahre	1.472	1.135
25 bis unter 65 Jahre	1.946	1.564
65 und mehr Jahre	171	133
Summe	4.172	3.275

Schritt 2.2: Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“

Für die Berechnung der Ergebniswahrscheinlichkeiten werden die folgenden Annahmen getroffen:

- Allen Unfallopfer kann durch das Telemedizinsystem geholfen werden, das heißt es ist für jede verunfallte Person ein System verfügbar, entweder aus dem verunfallten Pkw oder dem Pkw eines Unfallzeugens/ Laienhelfers.
- Eine Reduzierung der Verkehrstoten erfolgt mit identischem Anteil über alle Altersgruppen.
- Die Berechnung erfolgt für die Variante 100% Marktdurchdringung.

Durch die Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ wird die Motivation der Laienhelfer erhöht und die Qualität der Laienhilfe verbessert. Wie im *Kapitel 4.6.3.2* dargestellt wird davon ausgegangen, dass durch die Verbesserung der Laienhilfe 9% der Verkehrstoten vermieden werden könnten. Analog der Berechnungen in der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ ergibt sich damit durch die Verbesserung der Laienhilfe eine Verringerung der Verkehrstoten um 363 Männer und 252 Frauen.

Tabelle 46: Verringerung der getöteten Pkw-Insassen durch die Verbesserung der Laienhilfe 2002

Altersgruppen	Verringerung der getöteten Pkw-Insassen	Anteil Männer	Anteil Frauen
unter 15 Jahre	19	11	8
15 bis unter 18 Jahre	29	17	12
18 bis unter 25 Jahre	139	82	57
25 bis unter 65 Jahre	317	187	130
65 und mehr Jahre	111	66	46
Summe	615	363	252

Analog der Berechnungen in der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ ergibt sich für den Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ durch die Verbesserung der Laienhilfe ein Nutzenpotential im Jahr 2002 von insgesamt 22.876 gewonnenen Lebensjahren, 12.815 bei Männern und 10.061 bei Frauen.

Tabelle 47: Gewonnene Lebensjahre durch die Verbesserung der Laienhilfe 2002

Altersgruppen	Männer	Frauen
unter 15 Jahre	779	589
15 bis unter 18 Jahre	1.012	774
18 bis unter 25 Jahre	4.522	3.485
25 bis unter 65 Jahre	5.978	4.803
65 und mehr Jahre	524	410
Summe	12.815	10.061

Schritt 2.3: Ausstattungsvariante „Vollausstattung“

Die Ausstattungsvariante „Vollausstattung“ kombiniert die Systemkomponenten „Automatische Unfallmeldung“ und „Telemedizin für Laienhelfer“. Entsprechend gelten für die nachfolgenden Berechnungen die Annahmen der beiden Systemkomponenten und es wird davon ausgegangen, dass sich für das Nutzenpotential in der „Vollausstattung“ jeweils 90% des Nutzenpotentials der Einzelsystemkomponenten erreichen lässt. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse (*Kapitel 4.9*) werden die Auswirkungen der Variation dieses Nutzenpotentials untersucht.

Entsprechend dieser Annahmen ergibt sich für den Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ in der „Vollausstattung“ des Telemedizinsystems durch die Verringerung der Verkehrstoten um 734 Personen ein Nutzenpotential für das Jahr 2002 von insgesamt 27.291 gewonnenen Lebensjahren, 15.289 bei Männern und 12.003 bei Frauen.

Tabelle 48: Gewonnene Lebensjahre durch die „Vollausstattung“ des Telemedizinsystems 2002; Rundungsdifferenzen

Altersgruppen	Männer	Frauen
unter 15 Jahre	929	703
15 bis unter 18 Jahre	1.207	923
18 bis unter 25 Jahre	5.394	4.158
25 bis unter 65 Jahre	7.132	5.730
65 und mehr Jahre	626	489
Summe	15.289	12.003

Fazit: Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“

In der nachfolgenden Tabelle sind die Nutzenpotentiale für den Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ für die einzelnen Ausstattungsvarianten des Telemedizinsystems in der Zusammenfassung dargestellt.

*Tabelle 49: Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ nach Ausstattungsvarianten; * „Reduzierung Getötete“ dient als Hilfsgröße zur Berechnung des Nutzenparameters; Annahme: 100% Marktdurchdringung*

Ausstattungsvariante	Reduzierung Getötete*	Gewonnene Lebensjahre
Automatische Unfallmeldung	201	7.448
Telemedizin für Laienhelfer	615	22.876
Vollausstattung	734	27.291

4.6.4.2 Nebenrechnung: Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“

Gerade aus der Perspektive der Krankenkassen als Kostenträger ist der Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ nur begrenzt aussagekräftig. Entsprechend der Festlegungen im *Kapitel 4.6.1* wird daher zusätzlich der Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ im Rahmen einer Nebenrechnung betrachtet.

Schritt 1: Personenschäden bei Verkehrsunfällen im Jahr 2002

In Deutschland verunglücken im Jahr 2002 bei circa 2,3 Mio. Verkehrsunfällen 483.255 Personen, wobei 6.842 Personen getötet und 88.382 Personen schwerverletzt werden (*Tabelle 1*). Der Anteil der Schwerverletzten an den verletzten Personen liegt bei 18,55%.

Schritt 2: Berechnung der Ergebniswahrscheinlichkeiten

Der Nutzenparameter wird für die jeweilige Ausstattungsvariante des Telemedizinsystems getrennt berechnet. Sowohl bezüglich der Annahmen als auch der Berechnung der Reduzierung der Verkehrstoten für die einzelnen Ausstattungsvarianten wird auf die Ausführungen im vorausgegangenen *Kapitel 4.6.4.1* verwiesen (unter anderem 100% Marktdurchdringung), wobei die Annahmen für die Verkehrstoten entsprechend für die Schwerverletzten gelten.

Schritt 2.1: Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“

Aufgrund der automatischen Unfallmeldung des Telemedizinsystems wird das therapiefreie Intervall verkürzt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Getöteten um 5% und die Schwerverletzten um 10% reduziert werden können (*Kapitel 4.6.3.1*).

Entsprechend dieser Annahmen lassen sich die Verkehrstoten um 201 Personen reduzieren (Tabelle 44). Von den 88.382 schwerverletzten Personen sind unter der Annahme der Gleichverteilung der Verletzten 61,29% Personen Pkw-Insassen (Tabelle 43), die von der automatischen Unfallmeldung des Telemedizinsystems profitieren können. Dementsprechend lässt sich die Zahl der Schwerverletzten um 5.417 Personen vermindern. Diese gelten in der Folge als Leichtverletzte.

Schritt 2.2: Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“

Potentielle Unfallzeugen beziehungsweise -beteiligte werden durch die Einsatzmöglichkeiten des Telemedizinsystems motiviert, den Unfallopfern zu helfen. Außerdem kann die Qualität der Laienhilfe gesteigert werden. Es wird erwartet, dass die Verkehrstoten und die Schwerverletzten jeweils um 9% gesenkt werden können (Kapitel 4.6.3.2).

Damit kann die Zahl der Getöteten um 615 Personen, die Zahl der Schwerverletzten um 7.946 Personen gesenkt werden (Tabelle 46).

Schritt 2.3: Ausstattungsvariante „Vollausstattung“

Entsprechend der Berechnungen für den Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ wird davon ausgegangen, dass sich für das Nutzenpotential in der „Vollausstattung“ jeweils 90% des Nutzenpotentials der Einzelsystemkomponenten erreichen lässt. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse (Kapitel 4.9) werden die Auswirkungen der Variation dieses Nutzenpotentials untersucht.

Gemäß dieser Annahmen ergibt sich für den Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ in der „Vollausstattung“ des Telemedizinsystems ein Nutzenpotential für das Jahr 2002 von 734 reduzierten Verkehrstoten und 12.027 verminderten schwerverletzten Personen.

Fazit: Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“

Für den Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ der Nebenrechnung sind die Nutzenpotentiale für die einzelnen Ausstattungsvarianten des Telemedizinsystems im nachfolgenden Überblick dargestellt.

Tabelle 50: Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ nach Ausstattungsvarianten 2002;
Annahme: 100% Marktdurchdringung

Ausstattungsvariante	Reduzierung Getötete	Reduzierung Schwerverletzte
Automatische Unfallmeldung	201	5.417
Telemedizin für Laienhelfer	615	7.946
Vollausstattung	734	12.027

4.7 Zeithorizont, Diskontierung und Inflationsbereinigung

Die Einführung des Telemedizinssystems ist ein Vorhaben, bei dem sich die Kosten und der Nutzen über mehrere Jahre verteilen. Als Zeithorizont für die Kosten-Wirksamkeits-Analyse des Telemedizinssystems wird ein Zeitraum von zehn Jahren gewählt. Gemäß den getroffenen Annahmen wird innerhalb dieses Zeithorizontes eine Marktdurchdringung des Telemedizinssystems von 100% erreicht und es können somit die Gesamtauswirkungen des Einsatzes des Systems abgeschätzt und gegebenenfalls für die weitere Zukunft prognostiziert werden.

Zur Vergleichbarkeit des Einsatzes des Telemedizinssystems mit alternativen „Anlagebeziehungswise Investitionsmöglichkeiten“ und in Anlehnung an den „Hannoveraner Konsens“ und internationale Gepflogenheiten werden die künftigen Kosten- und Nutzenbewertungen des Telemedizinssystems mit einem Diskontierungssatz von 5% diskontiert [Greiner 2002A, S.217; Wasem 1999, S.127]. Die Auswirkungen einer Diskontierung mit unterschiedlichen Diskontierungssätzen in Höhe von 0% und 10% auf die Robustheit des Basisergebnisses werden im Rahmen der Sensitivitätsanalysen (Kapitel 4.9) überprüft. In einer Hauptrechnung werden die monetär bewertbaren Kostenparameter, in einer Nebenrechnung alle relevanten Kosten- und Nutzenparameter diskontiert. Entsprechend des gewählten Zeithorizontes werden die jeweiligen Barwerte der zukünftigen Kosten- und Nutzenbewertungen mit Hilfe der Diskontierungsmethode berechnet. Als Basisjahr, auf das sich der Barwert bezieht, wird das erste Jahr der Einführung des Telemedizinssystems gewählt [Schulenburg 1995, S.53]. Der Barwert einer Zahlungsreihe (analog für Nutzen) ergibt sich nach der folgenden Formel:

$$\text{Barwert Kosten} = \sum_{t=1}^n \frac{K_t}{(1+r)^t}$$

K_t : Kosten in Periode t
 r : Diskontierungssatz
 n : Zeithorizont

$$\text{Barwert Nutzen} = \sum_{t=1}^n \frac{N_t}{(1+r)^t}$$

K_t : Nutzen in Periode t
 r : Diskontierungssatz
 n : Zeithorizont

Abbildung 21: Formel zur Berechnung: Barwert Kosten und Nutzen [Greiner 2002A, S.216]

In Bezug auf eine zu erwartende Inflation werden die folgenden Annahmen getroffen: Alle zu berücksichtigenden Kostenparameter unterliegen derselben Inflationsrate. Die prognostizierte Preissteigerungsrate wird nicht berücksichtigt, das heißt die Preise werden als stabil angenommen. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse (Kapitel 4.9) wird die prognostizierte Preissteigerungsrate bei allen Kostenparametern berücksichtigt [Greiner 2002A, S.219].

4.8 Basisergebnis

4.8.1 Vorgehensweise und Berechnung der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten

Zunächst werden die ermittelten Kosten- und Nutzenbewertungen für die jeweilige Ausstattungsvariante des Telemedizinsystems mit dem Referenzobjekt (das heißt dem „Nicht-Einsatz“ von Telemedizin in der präklinischen Notfallrettung) verglichen. Diese Vorgehensweise ist in der nachfolgenden Darstellung für beispielhafte Kosten- und Nutzenparameter zusammenfassend abgebildet.

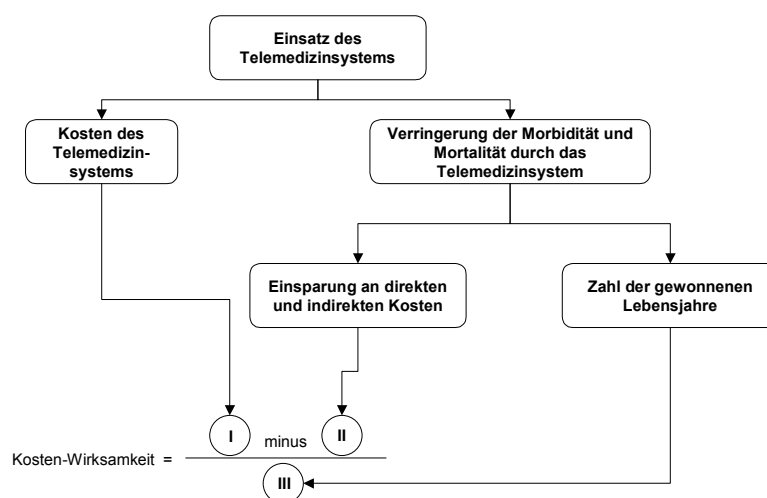


Abbildung 22: Vorgehensweise der Kosten-Wirksamkeits-Analyse des Telemedizinsystems [in Anlehnung an Burchert 1998, S.10]

Zur Beurteilung, ob und welche alternative Anwendungsstrategie (Ausstattungsvariante) des Telemedizinsystems „besser“ im Sinne der Effizienz ist, werden die jeweiligen Kosten-Wirksamkeits-Quotienten berechnet und miteinander verglichen. Der kleinste Quotient stellt die Anwendungsstrategie dar, die im Rahmen der Kosten-Wirksamkeits-Analyse empfohlen wird.

$$KW_A = \frac{K_A}{W_A}$$

A:	Anwendungsstrategie A des Telemedizinsystems
KW_A :	Kosten-Wirksamkeits-Quotient der Anwendungsstrategie A
K_A :	Kosten der Anwendungsstrategie A
W_A :	Wirksamkeit der Anwendungsstrategie A

Abbildung 23: Berechnung: Kosten-Wirksamkeits-Quotient [in Anlehnung an Greiner 1999, S.63]

4.8.2 Annahmen und Berechnungsgrundlagen

Nachfolgend werden die für die Berechnung des Basisergebnisses zugrunde gelegten Annahmen zusammenfassend dargestellt: allgemeine Annahmen, Annahmen für die drei betrachteten Ausstattungsvarianten des Telemedizinsystems und Annahmen für die betroffenen Unfallopfer. Für die Erläuterungen dieser Annahmen wird auf die Ausführungen in den vorausgegangenen Kapiteln verwiesen.

Aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen gelten die folgenden allgemeinen Annahmen für das Basisergebnis:

- Marktdurchdringung des Systems: 10% p.a.
- Produzierte Einheiten des Systems: 4,4 Mio. p.a.
- Zeithorizont: zehn Jahre
- Diskontierungssatz: 5% p.a.
- Entwicklung der Personenschäden bei Verkehrsunfällen: Konstante absolute Zahlen für Getötete und Schwerverletzte

Tabelle 51: Annahmen für Basisergebnis in Bezug auf die drei betrachteten Ausstattungsvarianten; * bei 100% Marktdurchdringung

Parameter	Perspektive	Ausstattungsvariante		
		Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Stückpreis System	Gesellschaft	376,80 €	1.261,20 €	1.265,75€
	Krankenkassen	75,36 € (20%)	252,24 € (20%)	253,15 € (20%)
Einsparpotential Strukturkosten*: Fehlfahrten	Gesellschaft, Krankenkassen	2.836.620 €	-	2.836.620 €
Einsparpotential Strukturkosten*: Nachalarmierung	Gesellschaft, Krankenkassen	11.677.788 €	-	11.677.788 €
Nutzenparameter*: Gewinnbare Lebensjahre	Gesellschaft	7.488	20.027	24.728
Nutzenparameter*: Reduzierbare Getötete und Schwerverletzte	Krankenkassen	Getötete: 201 Schwerverletzte: 5.417	Getötete: 615 Schwerverletzte: 7.946	Getötete: 734 Schwerverletzte: 12.027

Tabelle 52: Annahmen für Basisergebnis in Bezug auf die Unfallopfer

Parameter	Perspektive	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Anzahl Personenschäden	Gesellschaft, Krankenkassen	6.842	88.382	388.031
Nutzenermittlung: Automatische Unfallmeldung	Gesellschaft, Krankenkassen	5%	10%	-

Nutzenermittlung: Telemedizin für Laien Helfer	Gesellschaft, Krankenkassen	9%	9%	-
Nutzenermittlung: Vollausstattung	Gesellschaft, Krankenkassen	12,6% (90% der Summe der Einzelausstattungen)	17,1% (90% der Summe der Einzelausstattungen)	-

4.8.3 Ergebnis

4.8.3.1 Berechnung des Basisergebnisses

Grundlage für die Berechnung des Einsparpotentials bei Personenschäden ist die Annahme, dass ein durch den Einsatz des Telemedizinsystems „reduzierter Getöteter“ zu einem „Schwerverletzten“ und ein „reduzierter Schwerverletzter“ zu einem „Leichtverletzten“ wird. Entsprechend dieser Theorie ergeben sich für die Veränderungen des Gesundheitszustandes der Unfallopfer aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen die nachfolgend dargestellten Einsparpotentiale beziehungsweise Mehrkosten.

Tabelle 53: Einsparpotentiale und Mehrkosten bei Personenschäden, Basisergebnis

Kosten	Perspektive	Getötete	Schwerverletzte	Leichtverletzte
Kosten Personenschäden	Gesellschaft	1.186.839 €	84.132 €	3.769 €
	Krankenkassen	1.676 €	9.575 €	385 €
Einsparpotential Personenschäden	Gesellschaft	1.102.707 €		80.363 €
	Krankenkassen	-7.899 €		9.190 €

Für das erste Jahr des Einsatzes des Telemedizinsystems ergeben sich für die beschriebenen Annahmenvariationen aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen unterschieden nach den Ausstattungsvarianten die folgenden Basisergebnisse.

Tabelle 54: Basisergebnis aus Gesellschaftssicht im ersten Jahr; * notwendig für Berechnungen Personenschäden, aber kein Nutzenparameter aus Gesellschaftssicht

Gesellschaft	Parameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laien Helfer	Vollausstattung
Kosten	Systemkosten	1.657.920.000 €	5.549.280.000 €	5.569.300.000 €

Kosteneinsparungen	Personenschäden: Getötete	22.164.411 €	67.816.481 €	80.982.802 €
	Personenschäden: Schwerverletzte	43.532.637 €	63.856.440 €	96.650.169 €
	Personenschäden: Summe	65.697.048 €	131.672.920 €	177.632.971 €
	Strukturkosten: Fehlfahrten	283.662 €	0 €	283.662 €
	Strukturkosten: Nachalarmierung	1.167.779 €	0 €	1.167.779 €
Nutzen	Gewonnene Lebensjahre	745	2.288	2.729
	Reduzierung Getötete*	20	62	73
	Reduzierung Schwerverletzte*	542	795	1.203

Tabelle 55: Basisergebnis aus Krankenkassensicht im ersten Jahr; * nicht notwendig für Berechnungen

Krankenkassen	Parameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten	Systemkosten	331.584.000 €	1.109.856.000 €	1.113.860.000 €
Kosteneinsparungen	Personenschäden: Getötete	-158.770 €	-485.789 €	-579.787 €
	Personenschäden: Schwerverletzte	4.978.223 €	7.302.374 €	11.052.537 €
	Personenschäden: Summe	4.819.453 €	6.816.586 €	10.472.751 €
	Strukturkosten: Fehlfahrten	283.662 €	0 €	283.662 €
	Strukturkosten: Nachalarmierung	1.167.779 €	0 €	1.167.779 €
Nutzen	Gewonnene Lebensjahre*	745	2.288	2.729
	Reduzierung Getötete	20	62	73
	Reduzierung Schwerverletzte	542	795	1.203

Die beiden Basisergebnisse unterscheiden sich aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen maßgeblich im Bereich der Systemkosten und der Kosteneinsparungen beziehungsweise Mehrkosten

bei den Personenschäden. Dies ist auf die getroffenen Annahmen und das Untersuchungsdesign zurückzuführen. In Bezug auf die Kosteneinsparpotentiale durch Strukturverbesserungen und die Nutzenpotentiale werden für beide Perspektiven identische Ergebnisse ermittelt. Aus Sicht der Gesellschaft dienen dabei die Ergebnisse des Nutzenparameters „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ der Berechnung der Einsparpotentiale bei den Personenschäden, der Nutzen wird aus Sicht der Gesellschaft über den Parameter „Gewonnene Lebensjahre“ dargestellt.

4.8.3.2 Berechnung der Barwerte und der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten

Im Ergebnis erlaubt die gewählte Kosten-Wirksamkeits-Analyse unter Beachtung der Annahmen

- für den Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ aus Gesellschaftssicht eine Aussage darüber, welche Kosten für den Gewinn eines zusätzlichen Lebensjahres durch die gewählte Anwendungsstrategie des Telemedizinsystems verursacht werden und
- für den Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ aus Krankenkassensicht eine Bewertung, welche Kosten für die Vermeidung eines Getöteten beziehungsweise Schwerverletzten in Bezug auf die gewählte Anwendungsstrategie des Telemedizinsystems aufgewendet werden müssen.

In den beiden nachfolgenden Tabellen sind die Ausprägungen der Kosten- und Nutzenparameter aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen für die einzelnen Jahre in den absoluten jährlichen Ausprägungen (ohne Diskontierung) dargestellt.

Tabelle 56: Kosten- und Nutzenbewertungen über Zeithorizont nach Ausstattungsvarianten aus Gesellschaftssicht für Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“; * inklusive Kosteneinsparungen

	Automatische Unfallmeldung		Telemedizin für Laienhelfer		Vollausstattung	
Jahr	Kosten*	Nutzen	Kosten*	Nutzen	Kosten*	Nutzen
1	1.590.771.511 €	745	5.417.607.080 €	2.288	5.390.215.588 €	2.729
2	1.523.623.023 €	1.490	5.285.934.159 €	4.575	5.211.131.176 €	5.458
3	1.456.474.534 €	2.234	5.154.261.239 €	6.863	5.032.046.764 €	8.187
4	1.389.326.046 €	2.979	5.022.588.319 €	9.150	4.852.962.352 €	10.917
5	1.322.177.557 €	3.724	4.890.915.399 €	11.438	4.673.877.940 €	13.646
6	1.255.029.068 €	4.469	4.759.242.478 €	13.726	4.494.793.527 €	16.375
7	1.187.880.580 €	5.214	4.627.569.558 €	16.013	4.315.709.115 €	19.104
8	1.120.732.091 €	5.958	4.495.896.638 €	18.301	4.136.624.703 €	21.833
9	1.053.583.603 €	6.703	4.364.223.717 €	20.588	3.957.540.291 €	24.562
10	986.435.114 €	7.448	4.232.550.797 €	22.876	3.778.455.879 €	27.292

Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass aus Sicht der Gesellschaft die Zahl der gewonnenen Lebensjahre sich annahmegemäß jedes Jahr um 10% erhöht und entsprechend nach zehn Jahren der größtmögliche Nutzen durch den Einsatz des Telemedizinssystems erzielt werden kann. Die kontinuierliche Abnahme der Kosten hängt damit zusammen, dass zwar die Systemkosten jedes Jahr identisch sind (jährliche Marktdurchdringung von 10%), aber das Kosteneinsparungspotential vom zunehmenden Nutzen abhängig ist, dementsprechend zunimmt und infolgedessen die Gesamtkosten sinken. Beispielsweise betragen die Kosten in der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ im fünften Jahr 1,322 Mrd. € und liegen damit bei circa 83% der Kosten aus dem ersten Jahr, während sich der Nutzen mit 3.724 gewonnenen Lebensjahren im Zeitraum von fünf Jahren verfünffacht hat.

*Tabelle 57: Kosten- und Nutzenbewertungen über Zeithorizont nach Ausstattungsvarianten aus Krankenkassensicht für Nutzenparameter „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“; * inklusive Kosteneinsparungen*

	Automatische Unfallmeldung			Telemedizin für Laienhelfer			Vollausstattung		
Jahr	Kosten*	Nutzen		Kosten*	Nutzen		Kosten*	Nutzen	
		Reduzierung Getötete	Reduzierung Schwerverletzte		Reduzierung Getötete	Reduzierung Schwerverletzte		Reduzierung Getötete	Reduzierung Schwerverletzte
1	325.313.106 €	20	542	1.103.039.415 €	62	795	1.101.935.809 €	73	1.203
2	319.042.212 €	40	1.083	1.096.222.829 €	123	1.589	1.090.011.617 €	147	2.405
3	312.771.318 €	60	1.625	1.089.406.244 €	185	2.384	1.078.087.426 €	220	3.608
4	306.500.424 €	80	2.167	1.082.589.658 €	246	3.178	1.066.163.234 €	294	4.811
5	300.229.531 €	101	2.709	1.075.773.073 €	308	3.973	1.054.239.043 €	367	6.013
6	293.958.637 €	121	3.250	1.068.956.487 €	369	4.768	1.042.314.851 €	440	7.216
7	287.687.743 €	141	3.792	1.062.139.902 €	431	5.562	1.030.390.660 €	514	8.419
8	281.416.849 €	161	4.334	1.055.323.316 €	492	6.357	1.018.466.468 €	587	9.621
9	275.145.955 €	181	4.875	1.048.506.731 €	554	7.151	1.006.542.277 €	661	10.824
10	268.875.061 €	201	5.417	1.041.690.145 €	615	7.946	994.618.085 €	734	12.027

Für die Interpretation der Kosten- und Nutzenbewertungen für die Krankenkassen wird auf die vorausgegangene Bewertung aus Sicht der Gesellschaft verwiesen.

Die Entwicklung der Barwerte der Kosten- und Nutzenparameter über den betrachteten Zeithorizont von zehn Jahren wird für die Hauptrechnung (Kosten diskontiert; Nutzen nicht diskontiert) für die beiden Perspektiven Gesellschaft und Krankenkassen in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

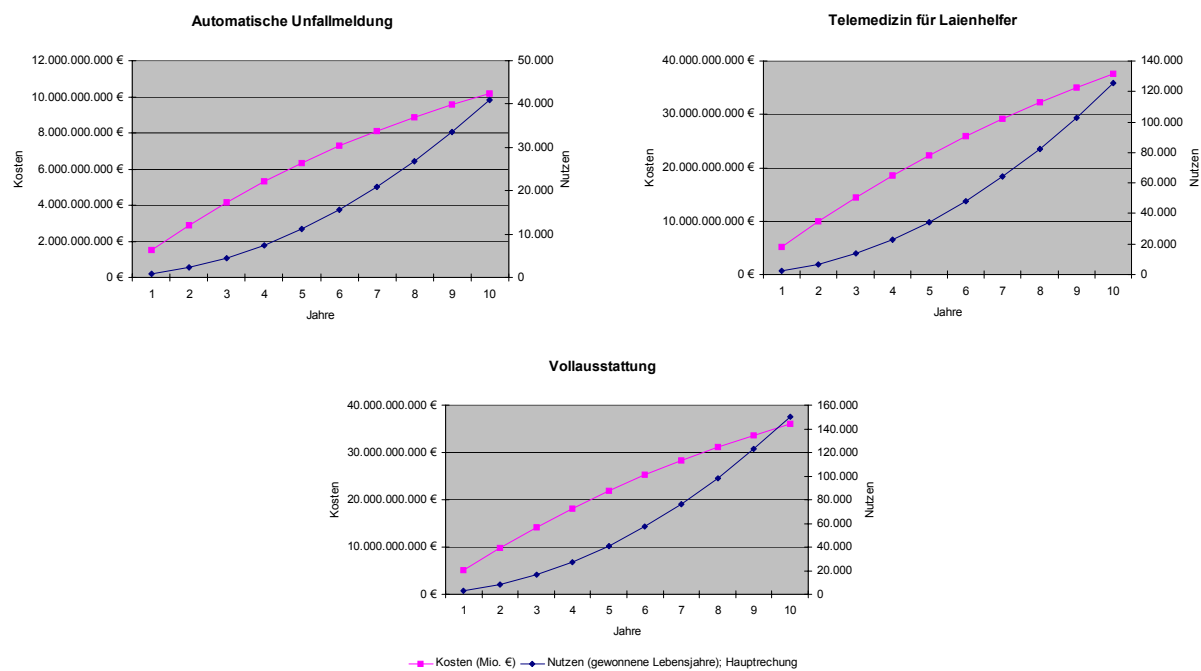


Abbildung 24: Barwerte für Kosten- und Nutzenbewertungen nach Ausstattungsvarianten im Basisergebnis über zehn Jahre aus Gesellschaftssicht, Hauptrechnung

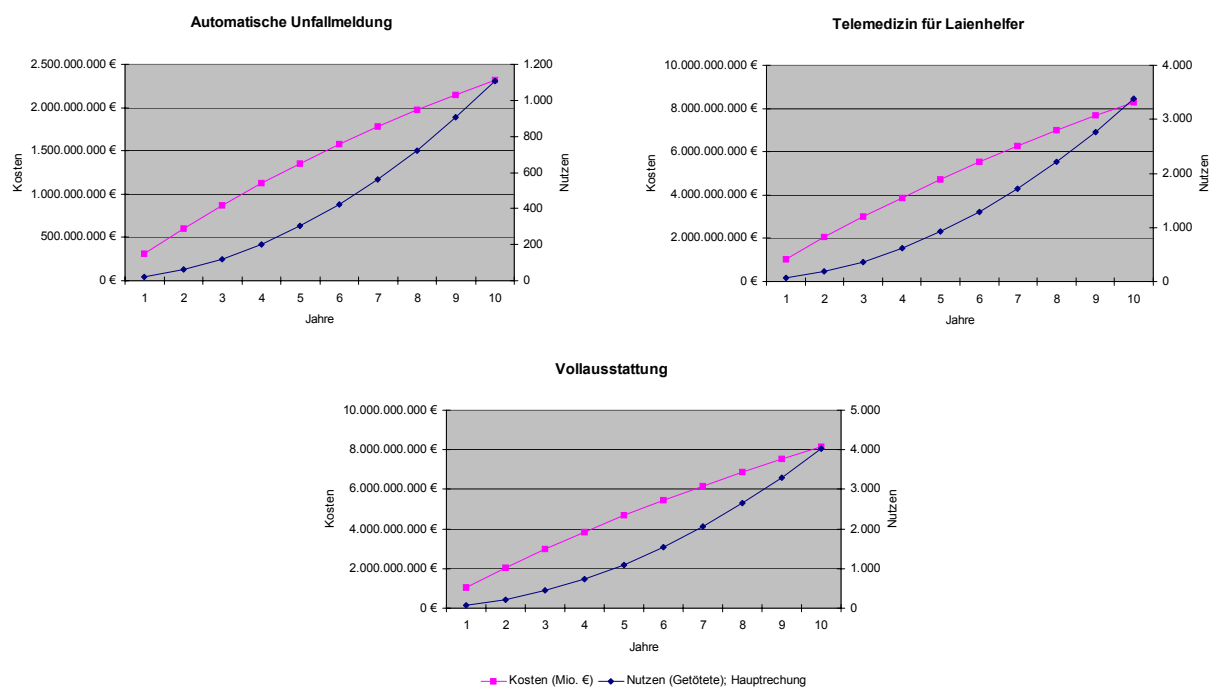


Abbildung 25: Barwerte für Kosten- und Nutzenbewertungen nach Ausstattungsvarianten im Basisergebnis über zehn Jahre aus Krankenkassensicht, Hauptrechnung; Nutzenparameter: Reduzierung Getötete

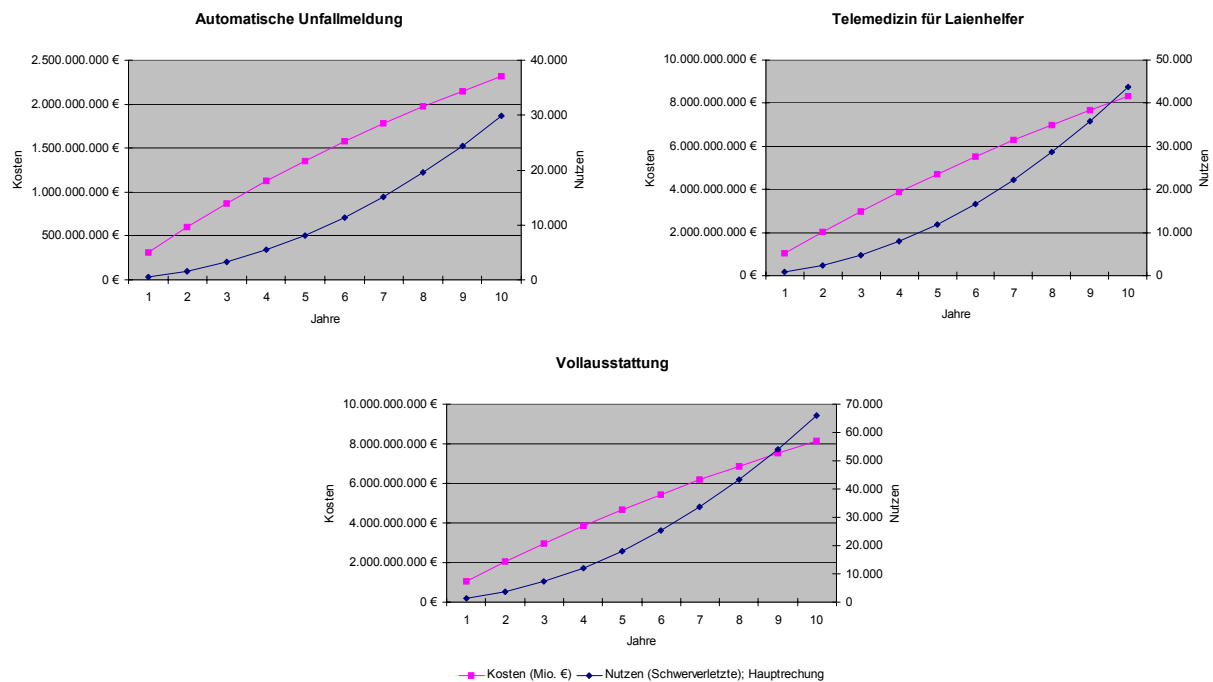


Abbildung 26: Barwerte für Kosten- und Nutzenbewertungen nach Ausstattungsvarianten im Basisergebnis über zehn Jahre aus Krankenkassensicht, Hauptrechnung; Nutzenparameter: Reduzierung Schwerverletzte

Anhand der Abbildungen der Barwerte der Kosten- und Nutzenbewertungen ist aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen erkennbar, dass die Grenzkosten über alle Ausstattungsvarianten abnehmen, während der Grenznutzen für alle betrachteten Nutzenparameter zunimmt. Der Rückgang der Grenzkosten hängt einerseits damit zusammen, dass im Zeitverlauf bei identischen Systemkosten die Kosten für Personenschäden und die Strukturkosten mit zunehmendem Nutzen überproportional sinken und andererseits damit, dass die Kostenbewertungen diskontiert werden. Der steigende Grenznutzen ist darauf zurückzuführen, dass der Nutzen jedes Jahr um die Nutzensausprägung des Vorjahres zunimmt. Während sich die Kosten- und Nutzensausprägungen zwischen der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ und der „Vollausstattung“ in der zeitlichen Entwicklung nur geringfügig unterscheiden, sind diese für die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ deutlich geringer ausgeprägt.

In den nachfolgenden beiden Tabellen werden unterschieden nach Gesellschaft und Krankenkassen die Barwerte der Kosten- und Nutzenparameter im zehnten Jahr für die drei Ausstattungsvarianten und die Kosten-Wirksamkeits-Quotienten dargestellt. Dabei werden separat die Hauptrechnung (Nutzen wird nicht diskontiert) und die Nebenrechnung (Nutzen wird diskontiert) betrachtet.

Tabelle 58: Barwert der Kosten- und Nutzenparameter und Kosten-Wirksamkeits-Quotient pro gewonnenes Lebensjahr im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Gesellschaftssicht; Basisergebnis

Gesellschaft	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten	10.158.128.768 €	37.665.608.243 €	35.953.427.596 €
Nutzen: Gewonnene Lebensjahre; Hauptrechnung	40.964	125.818	150.104
Kosten-Wirksamkeits-Quotient; Hauptrechnung	247.977 €	299.366 €	239.524 €
Nutzen: Gewonnene Lebensjahre; Nebenrechnung (diskontiert)	29.326	90.071	107.457
Kosten-Wirksamkeits-Quotient; Nebenrechnung	346.391 €	418.175 €	334.583 €

Aus Sicht der Gesellschaft ist in Bezug auf den Kosten-Wirksamkeits-Quotienten der Hauptrechnung die „Vollausstattung“ des Telemedizinsystems gegenüber der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ geringfügig und gegenüber der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ deutlich überlegen. So entstehen für ein gewonnenes Lebensjahr in der „Vollausstattung“ Kosten in Höhe von 239.524 €, während diese in der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ um circa 25% höher sind. Vergleicht man die drei Ausstattungsvarianten in Bezug auf die Kostenausprägungen dann ist ersichtlich, dass die Barwerte der Kosten für die Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ und die „Vollausstattung“ um das circa 3,5-fache über dem der Kosten der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ liegen. Dieser Aspekt kann entscheidend sein, wenn man davon ausgeht, dass die Gesellschaft über ein begrenztes Investitionsbudget verfügt. Betrachtet man die Barwerte unter der Maxime der Nutzenmaximierung, dann schneidet die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ gegenüber den beiden anderen Ausstattungsvarianten deutlich schlechter ab und erreicht ein Nutzenniveau von circa 30%. Dies bedeutet, dass mit der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ im Vergleich erheblich weniger Lebensjahre gewonnen werden können.

Die Ergebnisse der Nebenrechnung weisen in dieselbe Richtung, allerdings aufgrund der Diskontierung des Nutzens mit deutlich geringen Ausprägungen der Barwerte des Nutzenparameters „Gewonnene Lebensjahre“.

Tabelle 59: Barwert der Kosten- und Nutzenparameter und Kosten-Wirksamkeits-Quotient pro reduzierten Getöteten beziehungsweise Schwerverletzten im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Krankenkassensicht; Basisergebnis

Krankenkassen		Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten		2.313.494.940 €	8.301.619.085 €	8.131.431.142 €
Nutzen; Hauptrechnung	Reduzierung Getötete	1.106	3.383	4.037
	Reduzierung Schwerverletzte	29.794	43.703	66.147
Kosten-Wirksamkeits-Quotient; Hauptrechnung	Reduzierung Getötete	2.092.714 €	2.454.285 €	2.014.226 €
	Reduzierung Schwerverletzte	77.651 €	189.955 €	122.930 €
Nutzen; Nebenrechnung	Reduzierung Getötete	791	2.421	2.890
	Reduzierung Schwerverletzte	21.329	31.286	47.354
Kosten-Wirksamkeits-Quotient; Nebenrechnung	Reduzierung Getötete	2.923.246 €	3.428.314 €	2.813.609 €
	Reduzierung Schwerverletzte	108.468 €	265.343 €	171.717 €

Für die Interpretation des Barwertes der Kosten und des Nutzens für den Nutzenparameter „Reduzierung Getötete“ sowie dessen Kosten-Wirksamkeits-Quotienten aus Sicht der Krankenkassen wird auf die vorausgegangene Bewertung aus Gesellschaftssicht verwiesen. Für den Nutzenparameter „Reduzierung Schwerverletzte“ liegt das Nutzenniveau der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ im Vergleich zu den beiden anderen Ausstattungsvarianten bei 45-68% und damit deutlich höher als beim Nutzenparameter „Reduzierung Getötete“ beziehungsweise dem Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ aus Gesellschaftssicht. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass das Nutzenniveau zur Reduzierung der Schwerverletzten mit 10% (*Kapitel 4.6.3.1*) doppelt so hoch eingeschätzt wird wie bei der Reduzierung der Getöteten. Unter der Maxime der Nutzenmaximierung würde man sich analog der anderen beiden Nutzenparameter für die „Vollausstattung“ des Telemedizinsystems entscheiden. Zieht man zum Vergleich der Barwerte den Kosten-Wirksamkeits-Quotienten für den Nutzenparameter „Reduzierung Schwerverletzte“ heran, so ist die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ mit Kosten in Höhe von 77.651 € pro reduziertem Schwerverletzten den anderen beiden Ausstattungsvariante deutlich überlegen.

Die Ergebnisse der Nebenrechnung lassen sich analog der Resultate der Hauptrechnung interpretieren. Aufgrund der Diskontierung fallen die Barwerte der Nutzenparameter allerdings deutlich geringer aus und infolgedessen „verschlechtert“ sich der Kosten-Wirksamkeits-Quotient.

4.9 Sensitivitätsanalyse

In der Betrachtung der bisher dargestellten Schritte der gesundheitsökonomischen Evaluation werden für die Berechnung des Basisergebnisses der Kosten-Wirksamkeits-Analyse plausible Annahmen getroffen. Ausgewählte Mutmaßungen dieser zum Teil unsicheren Annahmen werden im Rahmen der Sensitivitätsanalyse variiert und entsprechend werden alternative Gesamtergebnisse ermittelt. Sensitivitätsanalysen sind kein Allheilmittel gegen jede Form möglicher Kritik an den in der Analyse verwendeten Annahmen und Schätzgrößen [Greiner 2002A, S.223ff.]. Insofern ist bereits bei den vorausgegangenen Berechnungen darauf geachtet worden, dass die Auswahl der Variablen und die damit verbunden Annahmen sachlich begründet und auch in ihrer angenommenen Bandbreite gerechtfertigt sind. Einschränkungen diesbezüglich werden im *Kapitel 5.1* erörtert.

Für die Darstellung von möglichen Umsetzungsszenarien eignen sich besonders multivariate Sensitivitätsanalysen (multi-way analysis), bei denen mehrere Größen gleichzeitig verändert werden. Das abgebildete Basisergebnis (*Kapitel 4.8*) stellt das wahrscheinlichste Szenario als Grundannahme dar („best guess scenario“). Aufgrund der Anzahl der getroffenen Annahmen, die im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse in den verschiedensten Zusammensetzungen verändert werden könnten, existiert eine Vielzahl potentieller Kombination für Variationen. Diese gilt es sinnvoll einzuschränken und in der Komplexität zu reduzieren. Daher wird auf der Basis einer begründeten Auswahl in der nachfolgenden Sensitivitätsanalyse das optimistischste („best case scenario“) und das pessimistischste Szenario („worst case scenario“) entsprechend einer möglichen Streuung der Parameter dargestellt und die Kosten-Wirksamkeits-Quotienten für die drei betrachtete Ausstattungsvarianten aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen berechnet. Hierbei wird die Vorgehensweise der Szenariotechnik berücksichtigt [Backhaus 2004, S.48].

In der nachfolgenden Tabelle sind die Annahmen dargestellt, die als unsicher eingeschätzt und entsprechend den beschriebenen Bandbreiten variiert werden. Die veränderten Annahmen werden aus Sicht der jeweils betroffenen Perspektiven dem optimistischsten und pessimistischsten Szenario zugeordnet. Bei der Auswahl der variierten Parameter und des Ausmaßes der Variation ist ein gewisses Maß an Subjektivität nicht zu vermeiden. Die Zuordnung erfolgt unter dem Gesichtspunkt der bestmöglichen Realisierbarkeit des Telemedizinssystems und entsprechend steht die ökonomische Beurteilung im Vordergrund.

Tabelle 60: Parametervariationen der Sensitivitätsanalyse

Parameter	Zuordnung	Relevanz Perspektive	best guess scenario	worst case scenario	best case scenario
Einheiten Telemedizinssystem	Systemkosten	Gesellschaft, Krankenkassen	4,4 Mio. p.a.	100.000 p.a.	4,4 Mio. p.a.
Anbieter Telemedizinssystem	Systemkosten	Gesellschaft, Krankenkassen	4	10	1

Kostenbe- teiligung Krankenkassen	Systemkosten	Krankenkassen	20%	50%	10%
Steigerungs-%- Satz (z.B. Marge)	Systemkosten	Gesellschaft, Krankenkassen	250%	250%	125%
Krankengeld	Personen- schäden	Krankenkassen	100%	100%	200% (Verdopplung)
Regress- leistungen	Personen- schäden	Krankenkassen	0%	0%	30%; Kürzung der Kostensätze
Systemim- manente Fehlfahrten	Strukturkosten	Gesellschaft, Krankenkassen	5%	10%	0%
Reduzierung Unfallfolgen	Nutzenmessung: Automatische Unfallmeldung	Gesellschaft, Krankenkassen	Getötete: 5%; Schwer- verletzte: 10%	Getötete: 5%; Schwer- verletzte: 5%	Getötete: 15%; Schwer- verletzte: 15%
Reduzierung Unfallfolgen	Nutzenmessung: Telemedizin für Laienhelper	Gesellschaft, Krankenkassen	Getötete: 9%; Schwer- verletzte: 9%	Getötete: 5%; Schwer- verletzte: 5%	Getötete: 10%; Schwer- verletzte: 15%
Nutzenpotential Einzelsystem- komponenten	Nutzenmessung: Vollausstattung	Gesellschaft, Krankenkassen	90%	70%	100%
Diskontierungs- satz	Diskontierung	Gesellschaft, Krankenkassen	5%	0%	10%
Inflationsrate	Inflations- bereinigung	Gesellschaft, Krankenkassen	0%	0%	1,5%
Unfallfolgen/ Personen- schäden	Personen- schäden; Nutzenpotential	Gesellschaft, Krankenkassen	konstant	Abnahme Getötete und Schwer- verletzte: 3% p.a.	konstant

Für diese dargestellten Variationen der Annahmen werden nachfolgend die beiden Szenarios im Überblick beschrieben und unterschieden nach den beiden Perspektiven Gesellschaft und Krankenkassen die Kosten- und Nutzensausprägungen und die Kosten-Wirksamkeits-Quotienten für die drei Ausstattungsvarianten analysiert.

4.9.1 „Best case scenario“

4.9.1.1 Beschreibung: „Best case scenario“

Der Staat übernimmt die Bereitstellung des Telemedizinsystems und entsprechend werden die jährlichen 4,4 Mio. Systeme in Eigenregie von einem staatlichen Unternehmen hergestellt. Der Verkaufspreis sinkt, da der Steigerungs-%-Satz auf 125% gekürzt wird und lediglich

Verwaltungskosten enthält (Stückpreise „Automatische Unfallmeldung“: 187,41 €; „Telemedizin für Laienhelfer“: 519,84 €; „Vollausstattung“: 520,41 €). Das Telemedizinsystem reduziert aufgrund einer optimistischeren Nutzenperformance für die Systemkomponente „Automatische Unfallmeldung“ die systemimmanenten Fehlfahrten auf 0% und die bei Verkehrsunfällen Getöteten und Schwerverletzten um jeweils 15%. Für die Systemkomponente „Telemedizin für Laienhelfer“ werden die Getöteten um 10% und die Schwerverletzten um 15% verringert. In der „Vollausstattung“ können jeweils 100% des Nutzenpotentials der beiden Einzelsystemkomponenten verwirklicht werden. Der Diskontierungssatz wird analog internationaler Gepflogenheiten mit einer oberen Ausprägung von 10% kalkuliert. Gemäß der Veränderungen des Verbraucherpreisindex für Deutschland wird mit einer durchschnittlichen Inflationsrate von 1,5% gerechnet [Destatis 2005F]. Für die Anzahl der Unfälle beziehungsweise Unfallfolgen werden keine Veränderungen erwartet.

Aus Krankenkassensicht zusätzlich relevant ist die reduzierte Beteiligungshöhe an den Systemkosten von 10%, das heißt 90% der verbleibenden Kosten werden vom Pkw-Halter beziehungsweise durch staatliche Fördermaßnahmen getragen. Die erwarteten Kosten für das Krankengeld werden verdoppelt, da die vorgenommene Abschätzung wahrscheinlich zu gering ist (Kapitel 5.1.5.2). Gleichzeitig wird erwartet, dass die gesamten Personenschäden nur zu 70% von den Krankenkassen getragen werden müssen. 30% können von den Krankenkassen als Regressleistungen bei anderen Kostenträgern eingefordert werden.

4.9.1.2 Berechnung: „Best case scenario“

Das „best case scenario“ stellt sich aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen unter der beschriebenen Annahmenvariation im ersten Jahr des Einsatzes des Telemedizinsystems wie folgt dar:

Tabelle 61: „Best case scenario“ aus Gesellschaftssicht im ersten Jahr; * notwendig für Berechnungen Personenschäden, kein Nutzenparameter aus Gesellschaftssicht

Gesellschaft	Parameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten	Systemkosten	824.604.000 €	2.287.296.000 €	2.289.804.000 €
Kosteneinsparungen	Personenschäden: Getötete	48.188.296 €	75.425.159 €	123.613.455 €
	Personenschäden: Schwerverletzte	65.298.145 €	106.539.640 €	171.837.785 €
	Personenschäden: Summe	113.486.441 €	181.964.799 €	295.451.240 €
	Strukturkosten: Fehlfahrten	420.038 €	0 €	420.038 €
	Strukturkosten: Nachalarmierung	1.167.779 €	0 €	1.167.779 €

Nutzen	Gewonnene Lebensjahre	2.234	2.545	4.779
	Reduzierung Getötete*	44	68	112
	Reduzierung Schwerverletzte*	813	1.326	2.138

Tabelle 62: „Best case scenario“ aus Krankenkassensicht im ersten Jahr; * nicht notwendig für Berechnungen

Krankenkassen	Parameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten	Systemkosten	82.460.400 €	228.729.600 €	228.980.400 €
Kosteneinsparungen	Personenschäden: Getötete	-285.221 €	-446.433 €	-731.654 €
	Personenschäden: Schwerverletzte	6.034.734 €	9.846.197 €	15.880.931 €
	Personenschäden: Summe	5.749.513 €	9.399.764 €	15.149.276 €
	Strukturkosten: Fehlfahrten	420.038 €	0 €	420.038 €
	Strukturkosten: Nachalarmierung	1.167.779 €	0 €	1.167.779 €
Nutzen	Gewonnene Lebensjahre*	2.234	2.545	4.779
	Reduzierung Getötete	44	68	112
	Reduzierung Schwerverletzte	813	1.326	2.138

4.9.2 „Worst case scenario“

4.9.2.1 Beschreibung: „Worst case scenario“

Der Staat verzichtet auf eine gesetzliche Vorschrift beziehungsweise steuerliche Förderung zur Einführung des Telemedizinsystems und entsprechend werden jährlich nur 100.000 Systeme verkauft. Den Markt teilen sich zehn Anbieter (Angebots-Oligopol) und der Steigerungs-%-Satz liegt aufgrund der Margen der Anbieter bei 250% (Stückpreise „Automatische Unfallmeldung“: 1.815,00 €; „Telemedizin für Laienhelfer“: 3.965,00 €; „Vollausstattung“: 4.465,00 €). Aufgrund der geringen Verbreitung der Telemedizinsysteme kann die systemimmanente Fehlfahrtenquote auf lediglich 10% gesenkt werden. Die Nutzenperformance des Systems wird geringer eingeschätzt und für die Systemkomponente „Automatische Unfallmeldung“ sinkt diese bei den Schwerverletzten auf 5%. Bei

der Systemkomponente „Telemedizin für Laienhelfer“ wird eine Senkung der Getöteten und der Schwerverletzten von jeweils 5% erwartet und in der „Vollausstattung“ können lediglich 70% des Nutzenpotentials der Einzelsystemkomponenten erzielt werden. Der Diskontierungssatz wird mit der untersten Ausprägung von 0% angenommen. Eine Inflationsbereinigung wird nicht vorgenommen. Aufgrund der seit Jahren kontinuierlich sinkenden Unfallzahlen und entsprechend der Unfallfolgen wird eine jährliche Reduzierung der Getöteten und Schwerverletzten um jeweils 3% erwartet [BAST 2000A, S.3].

Angesichts der geringen Stückzahlen und der erwarteten hohen Verkaufspreise beteiligen sich die Krankenkassen zur Motivation der Pkw-Halter mit 50% am Verkaufspreis. Für das Krankengeld und mögliche Regressleistungen anderer Kostenträger an die Krankenkassen wird an den vorgenommenen Abschätzungen des Basisergebnisses festgehalten.

4.9.2.2 Berechnung: „Worst case scenario“

Im ersten Jahr des Einsatzes des Telemedizinssystems ergeben sich aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen für die beschriebenen Annahmenvariationen die folgenden „worst case scenarios“:

Tabelle 63: „Worst case scenario“ aus Gesellschaftssicht im ersten Jahr; * notwendig für Berechnungen Personenschäden, kein Nutzenparameter aus Gesellschaftssicht; ** Rundungsdifferenzen

Gesellschaft	Parameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten	Systemkosten	181.500.000 €	396.500.000 €	446.500.000 €
Kosteneinsparungen	Personenschäden: Getötete	499.198 €	849.382 €	944.007 €
	Personenschäden: Schwerverletzte	490.226 €	799.847 €	903.051 €
	Personenschäden: Summe	989.425 €	1.649.230 €	1.847.058 €
	Strukturkosten: Fehlfahrten	3.317 €	0 €	3.317 €
	Strukturkosten: Nachalarmierung	26.301 €	0 €	26.301 €
Nutzen	Gewonnene Lebensjahre	17**	29**	32**
	Reduzierung Getötete*	0	1	1
	Reduzierung Schwerverletzte*	6	10	11

Tabelle 64: „Worst case scenario“ aus Krankenkassensicht im ersten Jahr; * nicht notwendig für Berechnungen;
 ** Rundungsdifferenzen

Krankenkassen	Parameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten	Systemkosten	90.750.000 €	198.250.000 €	223.250.000 €
Kosteneinsparungen	Personenschäden: Getötete	-3.576 €	-6.084 €	-6.762 €
	Personenschäden: Schwerverletzte	56.060 €	91.467 €	103.269 €
	Personenschäden: Summe	52.484 €	85.383 €	96.507 €
	Strukturkosten: Fehlfahrten	3.317 €	0 €	3.317 €
	Strukturkosten: Nachalarmierung	26.301 €	0 €	26.301 €
Nutzen	Gewonnene Lebensjahre*	17**	29**	32**
	Reduzierung Getötete	0	1	1
	Reduzierung Schwerverletzte	6	10	11

4.9.3 Vergleich der Szenarien

4.9.3.1 Vergleich des „best case scenario“ und „worst case scenario“ für das erste Jahr

Bei beiden Szenarien bestehen aufgrund des Untersuchungsdesigns im ersten Betrachtungsjahr zwischen den beiden Perspektiven deutliche Unterschiede bei den Systemkosten und den Kosteneinsparmöglichkeiten im Bereich der Personenschäden. Aus Sicht der Krankenkassen entstehen aufgrund der Veränderung von Getöteten hin zu Schwerverletzten durch den Einsatz des Telemedizinsystems in beiden Szenarien Mehrkosten. Die Kosteneinsparpotentiale in der Rettungsdienststruktur und die Nutzenpotentiale sind für beide Perspektiven identisch, wobei aus Sicht der Gesellschaft der Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ und aus Sicht der Krankenkassen die „Reduzierung Getötete und Schwerverletzte“ relevant ist.

4.9.3.2 Vergleich der Barwerte für das „best case scenario“ und „worst case scenario“ im zehnten Jahr

In den nachfolgenden beiden Tabellen werden die Barwerte der Kosten- und Nutzenparameter im zehnten Jahr aus Sicht der beiden Perspektiven für die drei betrachteten Ausstattungsvarianten dargestellt.

Tabelle 65: Barwert der Kosten- und Nutzenparameter im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Gesellschaftssicht; „best case scenario“ und „worst case scenario“

Gesellschaft	Szenario	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten	best case scenario	1.686.588.719 €	8.303.720.474 €	5.277.970.375 €
	worst case scenario	1.767.913.908 €	3.889.229.565 €	4.378.511.725 €
Nutzen: Gewonnene Lebensjahre; Hauptrechnung	best case scenario	122.887	139.953	262.840
	worst case scenario	771	1.317	1.461
Nutzen: Gewonnene Lebensjahre; Nebenrechnung	best case scenario	59.028	67.225	126.253
	worst case scenario	771	1.317	1.461

In Bezug auf die Kosten ist festzustellen, dass obwohl pro Jahr im „best case scenario“ 4,4 Mio. Systeme im Vergleich zu den 100.000 Stück im „worst case scenario“ verkauft werden, die Kosten für die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ „quasi“ gleich hoch und für die „Vollausstattung“ lediglich um circa 20% höher sind. Dies hängt neben den Stückpreisen des Telemedizinsystems vor allem damit zusammen, dass im „best case scenario“ das Kosteneinsparpotential mit dem steigenden Marktanteil und dem damit zunehmenden Nutzen ansteigt und ab dem achten Jahr das Einsparpotential in der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ und in der „Vollausstattung“ die Kosten übersteigt. Die Nutzensausprägungen im „best case scenario“ sind aufgrund der Diskontierung und der Inflationsbereinigung in der Nebenrechnung im Vergleich zur Hauptrechnung deutlich geringer (circa 50%), im „worst case scenario“ jedoch identisch, da diese weder diskontiert noch inflationsbereinigt werden. Aufgrund der Variationen der Sensitivitätsanalyse liegen die Nutzensausprägungen im „worst case scenario“ teilweise unter 1% der Ausprägungen im „best case scenario“.

Tabelle 66: Barwert der Kosten- und Nutzenparameter im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Krankenkassensicht; „best case scenario“ und „worst case scenario“

Krankenkassen		Szenario	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten		best case scenario	278.827.897 €	1.062.770.919 €	870.364.934 €
		worst case scenario	903.459.688 €	1.978.577.253 €	2.226.437.152 €
Nutzen; Haupt- rechnung	Reduzierung Getötete	best case scenario	2.404	3.762	6.166
		worst case scenario	21	35	39
	Reduzierung Schwerverletzte	best case scenario	44.690	72.915	117.605
		worst case scenario	280	457	516
	Reduzierung Getötete	best case scenario	1.155	1.807	2.962
		worst case scenario	21	35	39
Nutzen; Neben- rechnung	Reduzierung Schwerverletzte	best case scenario	21.466	35.024	56.491
		worst case scenario	280	457	516

Aus Krankenkassensicht ist festzustellen, dass die Kosten im „best case scenario“ im Vergleich zum „worst case scenario“ zwischen 31-54% betragen und dies obwohl im „best case scenario“ pro Jahr 4,4 Mio. Systeme im Vergleich zu 100.000 Stück im „worst case scenario“ verkauft werden. Dies hängt neben den Stückpreisen des Telemedizinsystems unter anderem mit der angenommenen Beteiligung der Krankenkassen an den Systemkosten im „worst case scenario“ in Höhe von 50% zusammen und damit, dass das Kosteneinsparpotential im „best case scenario“ mit dem steigenden Marktanteil und dem damit zunehmenden Nutzen ansteigt und die Gesamtkosten ab dem ersten Jahr sinken. Analog der Erkenntnisse aus Sicht der Gesellschaft sind die Nutzensausprägungen im „best case scenario“ aus Krankenkassensicht aufgrund der Diskontierung und der Inflationsbereinigung in der Nebenrechnung um circa 50% im Vergleich zur Hauptrechnung geringer, im „worst case scenario“ jedoch identisch, da diese weder diskontiert noch inflationsbereinigt werden. Die Nutzensausprägungen unterscheiden sich aufgrund der Annahmen in der Sensitivitätsanalyse zwischen den beiden Szenarien deutlich und liegen zum Teil im „worst case scenario“ bei 0,5% der Ausprägungen im „best case scenario“.

4.10 Ergebnisbeurteilung

Im Rahmen der Ergebnisbeurteilung erfolgt eine Analyse und Interpretation der Ergebnisse der drei betrachteten Szenarien. Hierbei werden die Ergebnisse in Bezug auf die Ausstattungsvarianten, die Perspektiven und maßgebliche Einflussfaktoren verglichen. Für die Bewertung der in der Szenarienentwicklung getätigten Annahmen und die entsprechenden Berechnungen wird auf das *Kapitel 5.1* verwiesen.

4.10.1 Vergleich der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten anhand der Ausstattungsvarianten

Bei den nachfolgenden Vergleichen der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten im zehnten Jahr für die beiden Perspektiven auf Basis der Barwerte werden für die Nutzenparameter die nicht-diskontierten Barwerte der Hauptrechnung verwendet.

Tabelle 67: Kosten-Wirksamkeits-Quotienten für „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“ aus Sicht der Gesellschaft für Barwerte im zehnten Jahr: Kosten pro gewonnenem Lebensjahr

Gesellschaft	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
best guess scenario	247.977 €	299.366 €	239.524 €
best case scenario	13.725 €	59.322 €	20.081 €
worst case scenario	2.293.960 €	2.954.190 €	2.996.852 €

In Bezug auf den Kosten-Wirksamkeits-Quotienten ist im „best guess scenario“ (*Kapitel 4.8*) die „Vollausstattung“ der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ vorzuziehen. Die Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ schneidet bei diesem Vergleich am schlechtesten ab. Im „best case scenario“ und „worst case scenario“ dagegen ist jeweils die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ der „Vollausstattung“ überlegen. Die Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ hat im best case den deutlich schlechtesten Kosten-Wirksamkeits-Quotienten, im „worst case scenario“ schneidet diese dagegen besser ab als die „Vollausstattung“. Dieser Zusammenhang wird in der nachfolgenden Abbildung graphisch dargestellt, wobei die Ergebnisse des „best case scenario“ aufgrund der Achsenskalierung zum Teil „verschwindend gering“ sind.

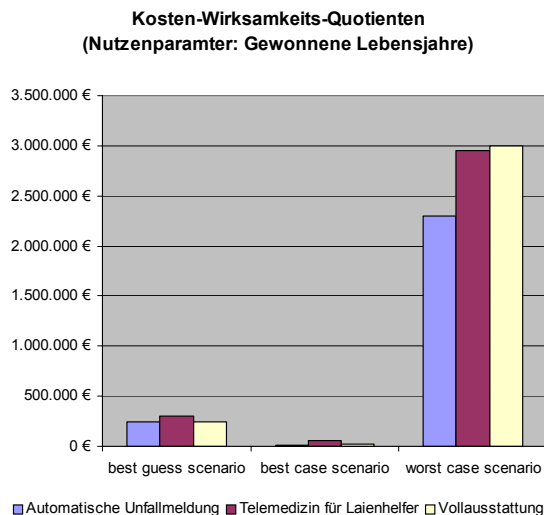


Abbildung 27: Gesellschaftssicht: Vergleich der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten zwischen „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“ für Barwerte im zehnten Jahr

Für den Vergleich der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten aus Krankenkassensicht wird auf die Interpretation aus der Perspektive der Gesellschaft verwiesen: für den Nutzenparameter „Reduzierung Getötete“ ergibt sich ein identisches Ergebnis, für den Nutzenparameter „Reduzierung Schwerverletzte“ wechselt für das „best guess scenario“ und „worst case scenario“ das Ranking der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ mit dem der „Vollausstattung“.

Tabelle 68: Kosten-Wirksamkeits-Quotienten für „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“ aus Sicht der Krankenkassen für Barwerte im zehnten Jahr: Kosten pro reduzierten Getöteten beziehungsweise Schwerverletzten

Krankenkassen	Ausprägung Nutzenparameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
best guess scenario	Getötete	2.092.714 €	2.454.285 €	2.014.226 €
	Schwerverletzte	77.651 €	189.955 €	122.930 €
best case scenario	Getötete	116.009 €	282.502 €	141.167 €
	Schwerverletzte	6.239 €	14.575 €	7.401 €
worst case scenario	Getötete	43.438.720 €	55.910.221 €	56.607.878 €
	Schwerverletzte	3.223.663 €	4.326.966 €	4.312.563 €

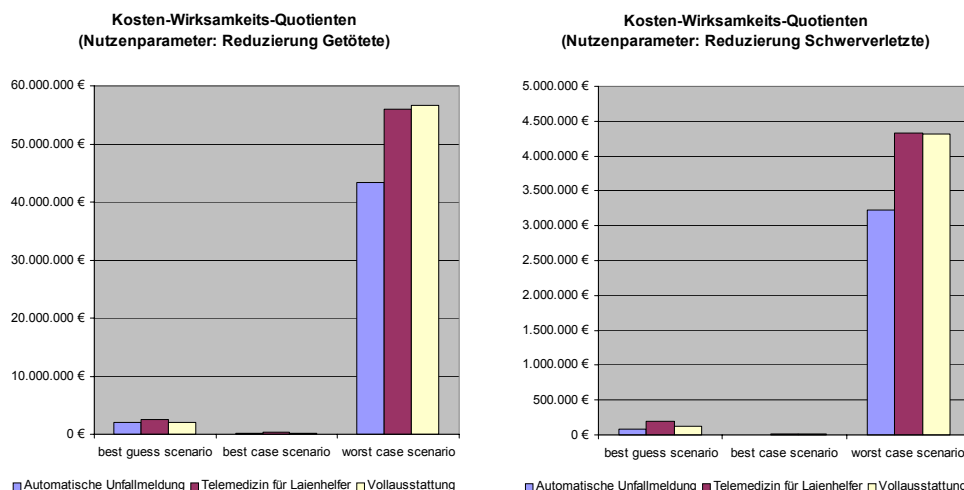


Abbildung 28: Krankenkassensicht: Vergleich der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten zwischen „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“ für Barwerte im zehnten Jahr

Bei der Gegenüberstellung der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten nach Ausstattungsvarianten wird deutlich, dass der Kosten-Wirksamkeits-Quotient zwar ein Instrument für die Beurteilung des effizienten Mitteleinsatzes ist, jedoch weder eine mögliche Kostenobergrenze, die die Gesellschaft oder die Krankenkassen zu investieren bereit sind, noch ein Nutzenminimum, das erzielt werden soll, berücksichtigt. Dieser Sachverhalt ist jedoch gerade für die vorliegende Kosten-Wirksamkeits-Analyse bedeutsam, da der Einsatz des Telemedizinsystems mit dem Referenzobjekt „Nicht-Einsatz“ verglichen wird und entsprechend keine Entscheidung über eine alternative und eventuell bereits bestehende Maßnahme getroffen werden soll.

Darüber hinaus gilt es zu beachten, dass die „Vollausstattung“ die beiden Systemkomponenten „Automatische Unfallmeldung“ und „Telemedizin für Laienhelfer“ beinhaltet. Eine Entscheidung aufgrund des Vergleiches der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten für die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ führt dazu, dass die Systemkomponente „Telemedizin für Laienhelfer“ nicht realisiert wird und entsprechend das Nutzenpotential dieser Systemkomponente beziehungsweise der „Vollausstattung“ nicht verwirklicht werden kann.

4.10.2 Vergleich der Kosten- und Nutzensausprägungen über die Perspektiven

In Bezug auf mögliche Kostenobergrenzen und Nutzenmaximierungen werden für den Vergleich über die Perspektiven die jährlichen Barwerte der Kosten- und der nicht-diskontierten Nutzensausprägungen der Hauptrechnung verwendet. In den beiden nachfolgenden Tabellen sind die Barwerte im zehnten Jahr für die drei betrachteten Szenarien dargestellt.

Tabelle 69: Barwerte der Kostenausprägung im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“

Kosten	Perspektive	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
best guess scenario	Gesellschaft	10.158.128.768 €	37.665.608.243 €	35.953.427.596 €
	Krankenkassen	2.313.494.940 €	8.301.619.085 €	8.131.431.142 €
best case scenario	Gesellschaft	1.686.588.719 €	8.303.720.474 €	5.277.970.375 €
	Krankenkassen	278.827.897 €	1.062.770.919 €	870.364.934 €
worst case scenario	Gesellschaft	1.767.913.908 €	3.889.229.565 €	4.378.511.725 €
	Krankenkassen	903.459.688 €	1.978.577.253 €	2.226.437.152 €

Tabelle 70: Barwerte der Nutzensausprägung (Hauptrechnung) im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Gesellschaft und der Krankenkassen; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“

Nutzen	Perspektive	Ausprägung Nutzenparameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
best guess scenario	Gesellschaft	Gewonnene Lebensjahre	40.964	125.818	150.104
	Krankenkassen	Reduzierung Getötete	1.106	3.383	4.037
		Reduzierung Schwerverletzte	29.794	43.703	66.147
best case scenario	Gesellschaft	Gewonnene Lebensjahre	122.887	139.953	262.840
	Krankenkassen	Reduzierung Getötete	2.404	3.762	6.166
		Reduzierung Schwerverletzte	44.690	72.915	117.605
worst case scenario	Gesellschaft	Gewonnene Lebensjahre	771	1.317	1.461
	Krankenkassen	Reduzierung Getötete	21	35	39
		Reduzierung Schwerverletzte	280	457	516

Perspektive Gesellschaft

Bei der Analyse der Kostenausprägungen und der Betrachtung der nachfolgenden Abbildung bietet sich für die Gesellschaft aus Kostengesichtspunkten der Einsatz des Telemedizinsystems in der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ an. In allen drei betrachteten Szenarien sind die mit dieser Ausstattungsvariante verbundenen Kosten (inklusive Kosteneinsparungen) über den Zeithorizont von zehn Jahren um circa 60-70% geringer als bei der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ beziehungsweise der „Vollausstattung“. Im „best case scenario“ zeigt sich für die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ und die „Vollausstattung“ über den Zeithorizont der Effekt, dass die Kosteneinsparungen durch die Reduzierung der Personenschäden und aufgrund der Verbesserung der Rettungsdienststruktur im achten Jahr größer sind als die Systemkosten und dementsprechend die Barwerte der Kostenausprägung kleiner werden. Da im zehnten Jahr des betrachteten Zeithorizontes eine 100%ige Marktdurchdringung angenommen wird, werden sich die Kosten ab dem elften Jahr auf dem Niveau des Vorjahres verstetigen. Der beschriebene Effekt führt zu der Interpretation, dass im „best case scenario“ versucht werden sollte, eine mindestens 80%ige Marktdurchdringung zu erzielen, da ab diesem Marktanteil die Kosten sinken, der Nutzen beispielsweise für die „Vollausstattung“ jedoch je 10%iger Erhöhung der Marktdurchdringung um 20-30% steigt.

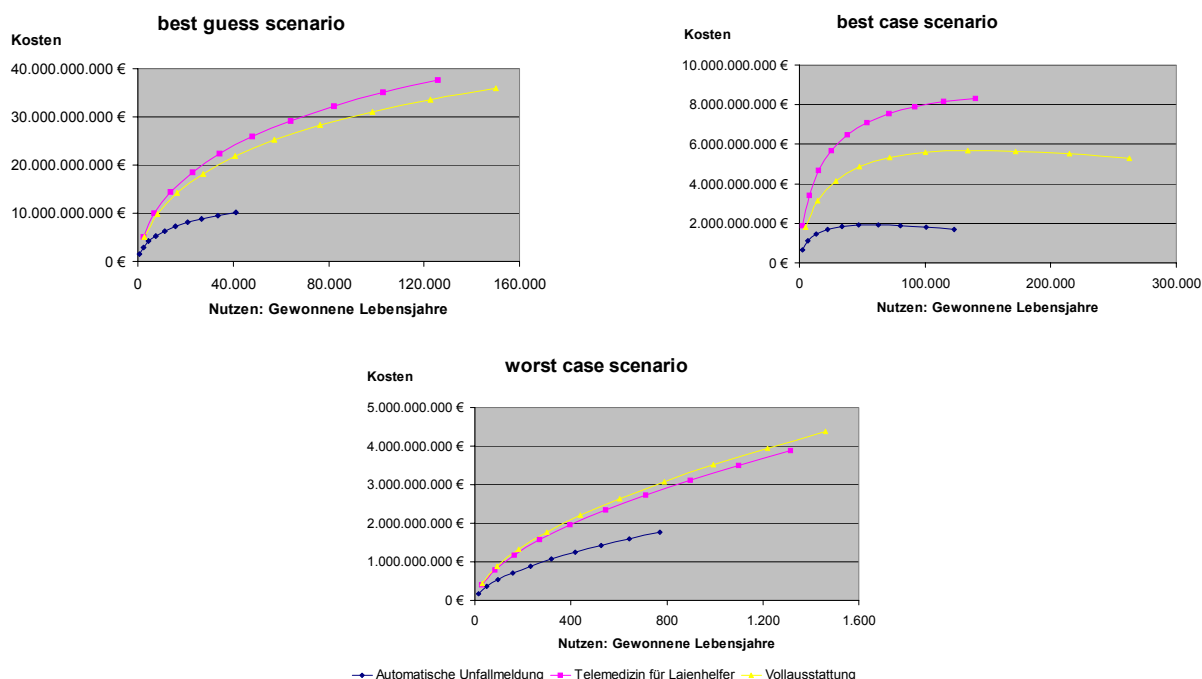


Abbildung 29: Barwerte der Kosten- und Nutzensausprägungen (Nutzenparameter: Gewonnene Lebensjahre) nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Gesellschaft; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“

In Bezug auf die Entwicklung der Barwerte der Nutzensausprägungen ist über alle drei betrachteten Szenarien ersichtlich, dass der maximale Nutzen („Gewonnene Lebensjahre“) durch die „Vollausstattung“ zu erzielen ist, wohingegen das Nutzenniveau der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ je nach Szenario zwischen 27-53% der Maximalausprägung erreicht. Beispielsweise können mit dem Einsatz des Telemedizinsystems in der „Vollausstattung“ im „best guess scenario“ im Zeitraum von zehn Jahren 150.104 Lebensjahre gewonnen werden. Um sich eine bessere „Nutzenvorstellung“ machen zu können wird auf die Berechnungen im *Kapitel 4.6.4.1* verwiesen. Demnach stehen circa 37 gewonnene Lebensjahre für ein gerettetes Menschenleben. Mit der „Vollausstattung“ können folglich 4.037 Getötete reduziert werden, mit der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ werden bei 40.964 gewonnenen Lebensjahren circa 1.106 Menschenleben gerettet (*Tabelle 58*).

Mit dem Vergleich der Barwerte der Kosten- und Nutzensausprägungen aus Gesellschaftssicht kann für die drei betrachteten Szenarien berechnet werden, welcher Nutzen mit welchen Kosten für die jeweilige Ausstattungsvariante verbunden ist. Wird das Nutzenniveau festgelegt, das erzielt werden soll (Werturteil), kann eine Entscheidung für eine Ausstattungsvariante des Telemedizinsystems getroffen werden und es können die dabei zu kalkulierenden Kosten prognostiziert werden. Andererseits kann die Gesellschaft ein maximales Budget festlegen, das in den Einsatz des Telemedizinsystems investiert werden soll (Sachzwang) und entsprechend kann der potentielle Nutzen für die ausgewählte Ausstattungsvariante abgeschätzt werden. Da die Grenzkosten über alle Szenarien und Ausstattungsvarianten abnehmen, sollte die Gesellschaft so schnell wie möglich die maximal erreichbare Marktdurchdringung realisieren, um die finanziellen Mittel effizient einzusetzen und den Kosten-Wirksamkeits-Quotienten zu optimieren.

Perspektive Krankenkassen

Für die Interpretation aus Sicht der Krankenkassen wird im Wesentlichen auf die vorausgegangene Analyse aus der Perspektive der Gesellschaft verwiesen.

Aus Kostengesichtspunkten ist für die Krankenkassen die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ am vorteilhaftesten, wobei sich im „best case scenario“ für die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ und die „Vollausstattung“ die Kosten bei 100%iger Marktdurchdringung quasi verstetigen. Deutlich wird auch, dass den Krankenkassen über alle Szenarien und Ausstattungsvarianten zusätzliche Kosten entstehen, da die Beteiligung an den Systemkosten die Kosteneinsparungen aus der Reduzierung der Personenschäden und der Verbesserung der Rettungsdienststruktur übersteigen. Unter Nutzengesichtspunkten müssten die Krankenkassen die „Vollausstattung“ des Telemedizinsystems präferieren, wobei sich die Frage stellt, welche Motivation sie zu einer Nutzenmaximierung bringt, die gleichzeitig mit erheblichen Mehrkosten verbunden ist.

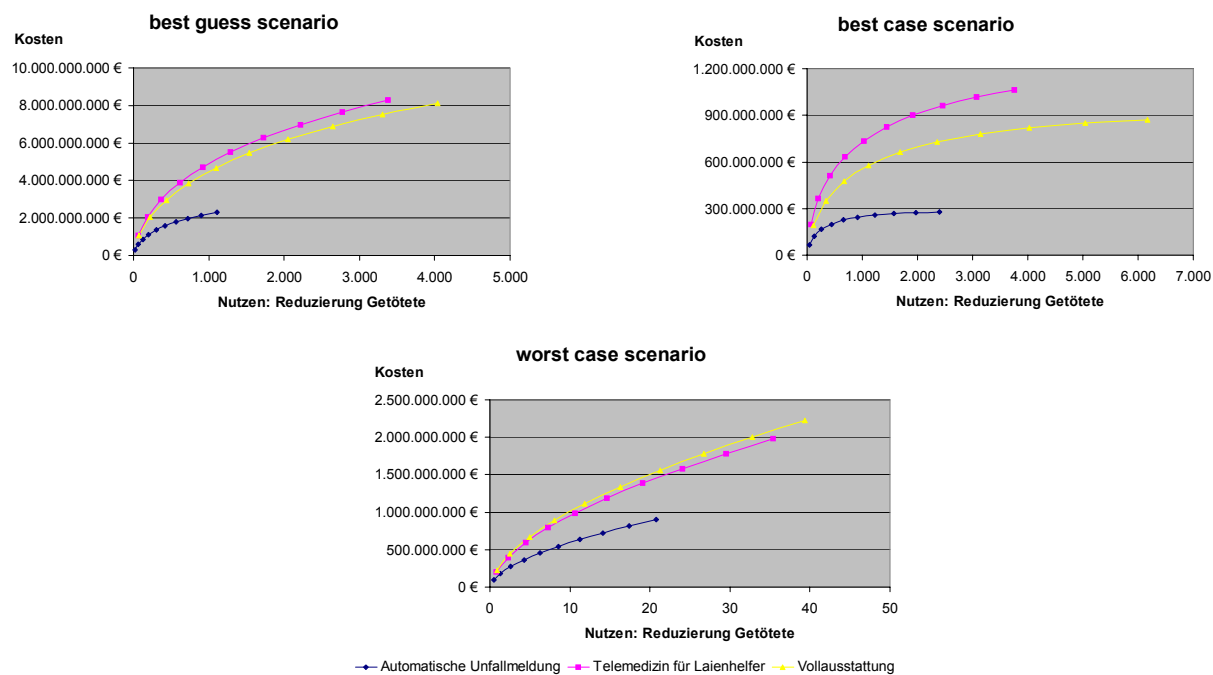


Abbildung 30: Barwerte der Kosten- und Nutzensausprägungen (Nutzenparameter: Reduzierung Getötete) nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Krankenkassen; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“

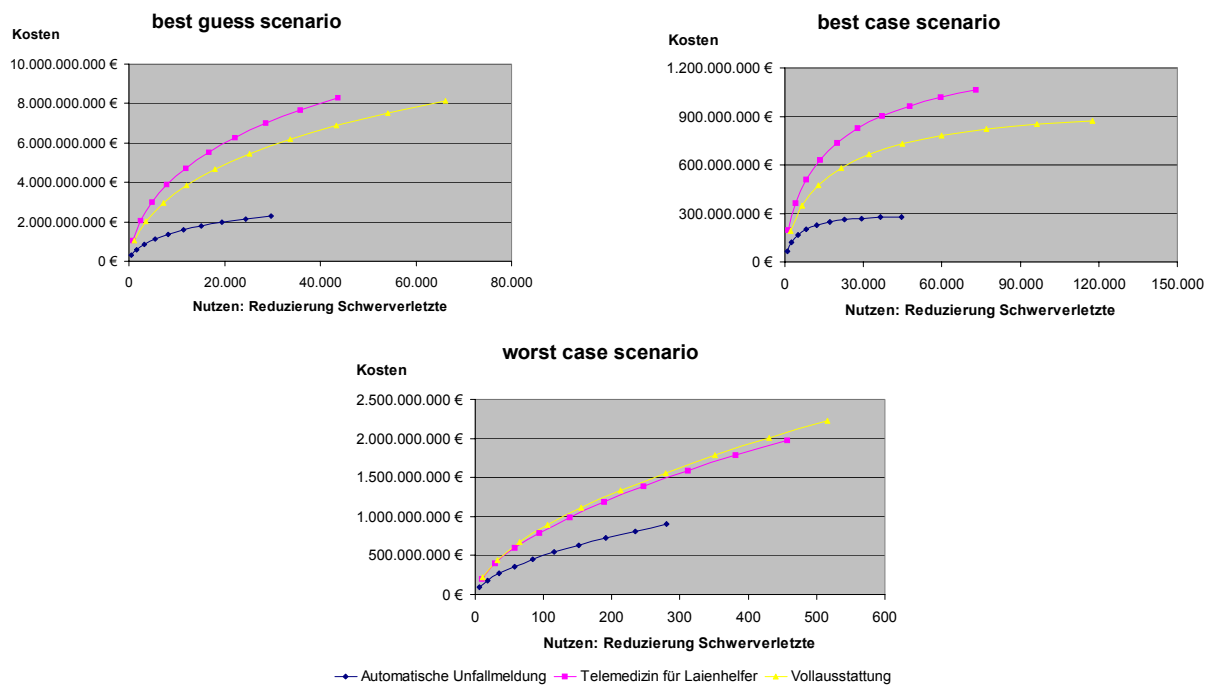


Abbildung 31: Barwerte der Kosten- und Nutzensausprägungen (Nutzenparameter: Reduzierung Schwerverletzte) nach Ausstattungsvarianten aus Sicht der Krankenkassen; „best guess scenario“, „best case scenario“ und „worst case scenario“

Fazit des Vergleiches der Kosten- und Nutzenausprägungen über die Perspektiven

Die Gesellschaft müsste beziehungsweise sollte Interesse daran haben, den Nutzen, der durch den Einsatz des Telemedizinssystems erzielbar ist, zu maximieren. Dabei ist allerdings zu beachten, dass es einerseits Budgetrestriktionen geben wird und andererseits geprüft werden muss, ob die finanziellen Mittel effizienter in andere Technologien beziehungsweise medizinische Maßnahmen investiert werden können. Die Krankenkassen werden höchstwahrscheinlich den Einsatz des Telemedizinssystems nicht freiwillig finanziell unterstützen, da die Kosteneinsparungen die Mehrkosten bei weitem nicht abdecken und die Krankenkassen von der Reduzierung der Getöteten beziehungsweise Schwerverletzten nicht direkt profitieren.

4.10.3 Interpretation von maßgeblichen Einflussfaktoren

Auf der Grundlage der Erkenntnisse der Auswertungen des Basisergebnisses und der Sensitivitätsanalysen wird analysiert, welche Parameter maßgeblichen Einfluss auf die Kosten- und Nutzenausprägungen und entsprechend auf die Kosten-Wirksamkeits-Quotienten haben. Für die Interpretation werden vor allem aus Komplexitätsgründen folgende Einschränkungen vorgenommen:

- Es werden nur Parameter ausgewählt, die „theoretisch“ durch die beiden betrachteten Interessengruppen beeinflusst werden können; grundsätzliche Annahmen (zum Beispiel Diskontierungssatz) werden an dieser Stelle nicht verändert.
- Die Parameter werden in einer definierten Bandbreite variiert.
- Es werden nur die Barwerte der Kosten- und Nutzenausprägungen der Hauptrechnung im zehnten Jahr betrachtet.
- Es wird nur die „Vollausstattung“ des Telemedizinssystems in die Analyse einbezogen.
- Es werden nur die Annahmen des Basisergebnisses zugrunde gelegt, das heißt das „best case scenario“ und „worst case scenario“ wird nicht berücksichtigt.

Tabelle 71: Auswirkungen der Veränderung von maßgeblichen Einflussfaktoren; „best guess scenario“; Barwerte der Hauptrechnung im zehnten Jahr; „Vollausstattung“

Parameter	Variation	Perspektive	Nutzenparameter	Kosten (Veränderung)	Nutzen (Veränderung)	Kosten-Wirksamkeits-Quotient; (Veränderung)
Systemkosten	Senkung der Preise des Systems um 50% je Ausstattungsvariante	Gesellschaft	Gewonnene Lebensjahre	14.451.098.425 € (- 59,8%)	150.104 (+/- 0,0%)	96.274 € (- 59,8%)
		Krankenkassen	Reduzierung Getötete	3.830.965.308 € (- 52,9%)	4.037 (+/- 0,0%)	948.963 € (- 52,9%)
			Reduzierung Schwerverletzte	3.830.965.308 € (- 52,9%)	66.147 (+/- 0,0%)	57.916 € (- 52,9%)

Systemkosten	Steigerung der verkauften Einheiten um 100%; Marktdurchdringung ab 5. Jahr: 100%	Gesellschaft	Gewonnene Lebensjahre	51.817.790.663 € (+ 44,1%)	218.333 (+ 45,5%)	237.334 € (- 0,9%)
		Krankenkassen	Reduzierung Getötete	11.774.549.822 € (+ 44,8%)	5.872 (+ 45,5%)	2.005.203 € (- 0,4%)
			Reduzierung Schwerverletzte	11.774.549.822 € (+ 44,8%)	96.214 (+ 45,5%)	122.379 € (- 0,4%)
Systemkosten	Senkung der Kostenbeteiligung der Krankenkassen um 75%	Krankenkassen	Reduzierung Getötete	1.680.732.391 € (- 79,3%)	4.037 (+/- 0,0%)	416.332 € (- 79,3%)
			Reduzierung Schwerverletzte	1.680.732.391 € (- 79,3%)	66.147 (+/- 0,0%)	25.409 € (- 79,3%)
Nutzenpotential: Reduzierung Unfallfolgen	Nutzensteigerung je Ausstattungsvariante um 50%	Gesellschaft	Gewonnene Lebensjahre	32.616.911.555 € (- 9,3%)	225.151 (+ 50,0%)	144.867 € (- 39,5%)
		Krankenkassen	Reduzierung Getötete	7.924.151.924 € (- 2,5%)	5.856 (+ 45,1%)	1.353.203 € (- 32,8%)
			Reduzierung Schwerverletzte	7.924.151.924 € (- 2,5%)	99.216 (+ 50,0%)	79.867 € (- 35,0%)

Als wesentliche Parameter, die aus Sicht der Gesellschaft beziehungsweise der Krankenkassen beeinflusst werden können, werden die Systemkosten und die Nutzenpotentiale ausgewählt. Erstere lassen sich beispielsweise durch eine staatliche „Gestaltung und Regulierung“ des Marktes verändern. In Bezug auf das Nutzenpotential gilt es, einerseits die technischen Voraussetzungen für eine Nutzenmaximierung zu schaffen und zu prüfen. Andererseits ist der Nutzen entscheidend von der Verbreitung und Akzeptanz des Telemedizinssystems abhängig.

Systemkosten

Anhand der in der vorausgegangenen Tabelle dargestellten Ergebnisse ist ersichtlich, dass durch eine Senkung der Systemkosten um 50% aus Gesellschaftssicht die Kosten „überproportional“ um circa 60% und für die Krankenkassen um circa 53% sinken. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass sich das Kosteneinsparpotential (Personenschäden und Strukturkosten) deutlicher auswirkt und die Barwerte auf der Basis von geringeren Werten berechnet werden. Da die Senkung der Systemkosten keinen Einfluss auf den Nutzen des Telemedizinssystems hat, verändern sich die Kosten-Wirksamkeits-Quotienten analog der Gesamtkosten.

Wird die Marktdurchdringung beispielsweise durch Steueranreize beziehungsweise gesetzliche Regelungen verdoppelt, so dass innerhalb von fünf Jahren jeder Pkw in Deutschland mit einem Telemedizinssystem ausgestattet ist, steigen die Gesamtkosten aus Gesellschaftssicht um 44,1% beziehungsweise aus Krankenkassensicht um 44,8% an. Auch in diesem Zusammenhang wirkt sich die Realisierung des Kosteneinsparpotentials über den höheren Marktanteil aus und senkt die

Gesamtkosten überproportional. Das Nutzenpotential steigt für beide Perspektiven um 45,5% an, liegt damit leicht über dem Anstieg der Kosten und dementsprechend verbessert sich der Kosten-Wirksamkeits-Quotient geringfügig.

Falls die Kostenbeteiligung der Krankenkassen um 75% auf dann 5% gesenkt wird, verringern sich für die Krankenkassen die Kosten um 79,3% (unter anderem aufgrund des überproportionalen Einsparpotentials). Da das Nutzenpotential unverändert bestehen bleibt, verbessert sich der Kosten-Wirksamkeits-Quotient entsprechend um 79,3%.

Nutzenpotentiale

Ein zweiter wesentlicher Stellhebel für die Bewertung des Einsatzes des Telemedizinssystems ist die Veränderung der Nutzenpotentiale in den Ausstattungsvarianten „Automatische Unfallmeldung“ und „Telemedizin für Laienhelfer“. Geht man davon aus, dass die Nutzenpotentiale in beiden Ausstattungsvarianten beispielsweise aufgrund von technischen oder organisatorischen Verbesserungen um 50% gesteigert werden können, dann lassen sich die gewonnenen Lebensjahre um 50% steigern beziehungsweise die Getötete und Schwerverletzten um 45-50% senken. Dies geht aufgrund der vermehrten Kosteneinsparungen im Bereich der Personenschäden einher mit einer Kostensenkung aus Gesellschaftssicht um 9,3% und aus Sicht der Krankenkassen um 2,5%. Folglich verbessert sich der Kosten-Wirksamkeits-Quotient um bis zu 40%.

Fazit des Vergleiches von maßgeblichen Einflussfaktoren

Aus der Interpretation der Variation von maßgeblichen Einflussfaktoren lässt sich bezüglich einer geplanten Realisierung des Telemedizinssystems für die präklinischen Notfallrettung folgendes Fazit ziehen:

- Ist es das Ziel, die mit dem Einsatz des Telemedizinssystems verbundenen Kosten zu senken beziehungsweise zu minimieren, dann gilt es, die Systemkosten zu verringern (überproportional positiver Effekt) und/ oder den Nutzen der einzelnen Systemkomponenten zu verbessern (gering positiver Effekt).
- Wird das Ziel verfolgt, den Nutzen mit dem Einsatz des Telemedizinssystems zu maximieren, dann gilt es, die Marktdurchdringung zu erhöhen und/ oder das Nutzenpotential der Systemkomponenten zu optimieren (jeweils deutlich positiver Effekt).
- Unter der Maxime des effizienten Mitteleinsatzes sind zur Verbesserung des Kosten-Wirksamkeits-Quotienten alle Maßnahmen geeignet, die die Kosten senken und/ oder den Nutzen verbessern.

5 Diskussion

Die nachfolgende Diskussion orientiert sich an der in der Methodik entwickelten und in der Ergebnisdarstellung inhaltlich ausgeführten Schrittfolge der gesundheitsökonomischen Evaluation. Zunächst werden die getroffenen Annahmen, die methodischen Grundlagen und die dargestellten Ergebnisse für den Einsatz des Telemedizinssystems kritisch bewertet. Darauf aufbauend werden Gestaltungsempfehlungen für den Einsatz des Telemedizinssystems entwickelt und diskutiert.

5.1 Diskussion der Annahmen und Festlegungen

5.1.1 Auswahl der Kosten-Wirksamkeits-Analyse als Studienform

Aufgrund des Studiendesigns und der Aufgabenstellung kommen für die gesundheitsökonomische Evaluation des Telemedizinssystems als Studienformen nur die Kosten-Nutzen-, Kosten-Wirksamkeits- und Kosten-Nutzwert-Analysen in Frage. Wie im *Kapitel 4.1* beschrieben, ist die Entscheidung für die Kosten-Wirksamkeits-Analyse einerseits dem verfügbaren und retrospektiv auswertbaren Zahlen- und Datenmaterial geschuldet. Andererseits unterliegen vor allem die Kosten-Nutzen- und die Kosten-Nutzwert-Analysen methodischen und ethischen Einwendungen und sind auch aus gesundheitspolitischen Aspekten durchaus umstritten [Greiner 1999, S.61ff.; Schöffski 2002A, S.190ff.].

Nichtsdestotrotz wird die gesundheitsökonomische Evaluation anhand von Kosten-Wirksamkeits-Analysen in der Literatur auch teilweise kritisch gesehen. Beispielsweise impliziert der Vergleich der Analyseergebnisse mittels Kosten-Wirksamkeits-Quotienten, dass Entscheider indifferent gegenüber der Höhe der Kosten in Relation zur Höhe der Wirksamkeit sind und umgekehrt [Greiner 1999, S.63]. Da dieser Vergleich und die Auswahl der Alternative mit der günstigsten Input-Output-Relation durchaus als problematisch gesehen wird, werden in der Analyse des Basisergebnisses (*Kapitel 4.8*) die absoluten Kosten- und Nutzensausprägungen des Einsatzes des Telemedizinssystems einbezogen. Nicht entkräftet werden kann an dieser Stelle der Kritikpunkt, dass die Kosten-Wirksamkeits-Analyse nur dann zu einem eindeutigen Ergebnis führt, wenn alle betrachteten Alternativen bezüglich aller einbezogenen Nutzenparameter wenigstens gleich gut sind [Greiner 1999, S.64]. Diese Voraussetzung kann für die drei analysierten Ausstattungsvarianten des Telemedizinssystems nicht garantiert werden. Es können durchaus Unterschiede bei der Einbeziehung weiterer Nutzenparameter auftreten. Hinzunehmen ist auch der Vorwurf, dass intangible Erfolgskriterien wie beispielsweise Schmerz nicht berücksichtigt werden [Schöffski 2002A, S.200]. Darüber hinaus wird häufig kritisiert, dass die Ergebnisse von Kosten-Wirksamkeits-Analysen nur mit medizinischen Maßnahmen und Technologien verglichen werden können, die mittels identischer Nutzenparameter gemessen werden.

Obwohl diese Kritik berechtigt ist, wird angemerkt, dass auch die Vergleichbarkeit von Kosten-Nutzen-beziehungsweise Kosten-Nutzwert-Analysen nur dann gewährleistet ist, wenn die zu treffenden Annahmen und Berechnungsgrundlagen transparent dargestellt und für die zu vergleichenden

Analysen identisch gewählt werden, was aber häufig nicht der Fall ist. Da die globalen Vergleiche für eine effiziente Allokation im Gesundheitswesen immer relevanter werden, gilt es generell für gesundheitsökonomische Evaluationen die entsprechenden Voraussetzungen, beispielsweise durch die Festlegung von Standards, zu schaffen.

5.1.2 Festlegung des Status Quo als Referenzobjekt und der Ausstattungsvarianten als alternative Anwendungsstrategien

Kosten-Wirksamkeits-Analysen sind vergleichende Analysen. Um aussagekräftig zu sein, sollen bei diesen Studien neben der Null-Alternative (keine Behandlung) alle zur Verfügung stehenden Behandlungsmethoden berücksichtigt werden. Aus ökonomischer Sicht ist es häufig nicht sinnvoll, die Nicht-Behandlung als einzigen Vergleich herzuführen, wenn es bereits etablierte Behandlungsmethoden gibt [Greiner 2002A, S.208].

Im Falle der vorliegenden Untersuchung muss von dieser Empfehlung teilweise abgewichen werden. Als Referenzobjekt wird zwar die Null-Alternative und damit der „Nicht-Einsatz“ von Telemedizin in der präklinischen Notfallrettung gewählt. Bezüglich der einzubeziehenden Alternativen werden drei mögliche Ausstattungsvarianten des Telemedizinsystems miteinander verglichen, jedoch keine weiteren alternativen technischen oder organisatorischen Maßnahmen der Verkehrssicherheit wie beispielsweise Airbag oder ABS. Dies wird damit begründet, dass

- es nicht die Zielsetzung der Untersuchung ist, durch den Einsatz des Telemedizinsystems alternative Maßnahmen der Verkehrssicherheit zu „ersetzen“, sondern innovativ zu ergänzen,
- der Einsatz des Telemedizinsystems mit keiner der derzeit existierenden Lösungen vergleichbar ist und
- die Daten bezüglich der Kosten- und Nutzenparameter für eine Berücksichtigung alternativer Maßnahmen der Verkehrssicherheit nicht verfügbar sind und von der Automobilindustrie zum größten Teil vertraulich behandelt werden.

Die Nichteinbeziehung von alternativen Maßnahmen führt auch dazu, dass bei den Kosten- und Nutzenbewertungen keine Inkrementalanalyse (Kapitel 3.2.5) vorgenommen wird und folglich die Kosten- und Nutzenparameter aufgrund der absoluten Ausprägungen deutlich größer sind. Der Mangel des Vergleiches mit alternativen Maßnahmen kann im Rahmen einer zusätzlichen erweiterten Analyse behoben werden und entsprechend ist das Studiendesign anzupassen.

5.1.3 Berücksichtigung der Gesellschafts- und Krankenkassensicht

Für gesundheitsökonomische Evaluationen ist es unabdingbar, die gewählten Perspektiven offen zu legen, damit der Leser die Ergebnisse interpretieren kann. Aus der Vielzahl an potentiell relevanten Perspektiven werden in der vorliegenden Analyse die Gesellschafts- und Krankenkassensicht ausgewählt. Die Durchführung der Kosten-Wirksamkeits-Analyse aus zwei Perspektiven macht dabei die Darstellung zwar komplexer, ist aber sinnvoll, da beide Perspektiven für eine mögliche Bewertung des Einsatzes des Telemedizinsystems wichtig sind.

Gerade für technologische Innovationen wird empfohlen, immer (auch) die gesamtgesellschaftliche Perspektive zu wählen, da damit unter anderem auch ungewollte Folgewirkungen berücksichtigt werden, die ansonsten außerhalb der Aufmerksamkeit der unmittelbar Beteiligten liegen könnten [Schulenburg 1995, S.61]. Allerdings wird manchmal angeführt, dass es keinen Entscheidungsträger gibt, der die gesellschaftliche Sichtweise einnimmt, da immer irgendwelche individuellen Interessen berücksichtigt werden. Dementsprechend wäre diese Perspektive irrelevant. Trotz dieser Aussagen hat die gesellschaftliche Perspektive ihre Berechtigung, da nur hier die Auswirkungen auf die gesamte Volkswirtschaft deutlich werden und diese Sichtweise – unter Einschränkungen – eine Vergleichbarkeit mit anderen gesundheitsökonomischen Evaluationen ermöglicht [Greiner 2002A, S.206].

Die Perspektive der Krankenkassen wird häufig in gesundheitsökonomischen Evaluationen gewählt, da diese einerseits häufig Kostenträger der zu beurteilenden medizinischen Maßnahme oder Technologie sind. Andererseits bewerten Krankenkassen Leistungen zunehmend nicht mehr nur nach dem monetären Kassenbudget, sondern auch aufgrund der Auswirkungen auf den Patienten. Dies hängt mit den Kassenwahlrechten der Patienten und dem damit entstehenden Markt zwischen den Krankenkassen zusammen [Greiner 2002A, S.207].

Eine Perspektive, die für den Einsatz des Telemedizinsystems durchaus relevant ist, sind die Patienten beziehungsweise Unfallopfer, wobei diese Sichtweise in der vorliegenden Analyse nicht betrachtet wird. Generell wird die Patientensicht selten bei gesundheitsökonomischen Evaluationen berücksichtigt und für die vorliegende Kosten-Wirksamkeits-Analyse werden die Interessen der Patienten/ Unfallopfer von den Krankenkassen und aus der gesellschaftlichen Perspektive wahrgenommen [Schulenburg 1995, S.62].

5.1.4 Nutzung retrospektiv erhobener Daten

In Bezug auf die Nutzung von Datenquellen und die damit verbundenen Einschränkungen wird auf die Ausführungen im *Kapitel 4.4* verwiesen. An dieser Stelle wird nochmals kritisch angemerkt, dass

- die Datenlage und -qualität in Deutschland zur Berechnung der relevanten Kosten- und Nutzenparameter zum Teil uneinheitlich und unzureichend ist,
- dementsprechend in der vorliegenden Arbeit verschiedentlich Annahmen, Hochrechnungen, Abstraktionen und Abschätzungen vorgenommen werden müssen und
- folglich die für die Analyse genutzten Daten und die darauf basierenden Ergebnisse denselben Einschränkungen unterliegen.

Die retrospektive Vorgehensweise wird gewählt, da die Daten schnell und günstig zu erfassen sind, größere Fallzahlen möglich sind, eher generalisierende Aussagen getroffen werden können und eine prospektive Studie aus Organisations-, Zeit- und Kostengründen nicht möglich war [Schöffski 2002, S.54]. Dieser Mangel kann im Rahmen einer zukünftig durchzuführenden prospektiven Analyse behoben werden, wobei gerade in Bezug auf die Auswirkungen von Laienhilfe prospektive

Untersuchungen sehr schwierig sein werden. Gemäß der Empfehlungen der Hannoveraner Konsens Gruppe zur gesundheitsökonomischen Evaluation zur Verwendung retrospektiver Daten werden in der vorliegenden Analyse die Literaturrecherchen, die entsprechenden Bewertungen und die durchgeführten Berechnungen und Modellierungen eingehend und nachvollziehbar dokumentiert und in ihren Annahmen begründet [Hoffmann 2002, S.427].

5.1.5 Annahmen, Festlegungen und Einschränkungen bei der Kostenermittlung

In der vorliegenden gesundheitsökonomischen Evaluation wird neben den Kosten des Einsatzes des Telemedizinsystems auch das damit verbundene Kosteneinsparpotential betrachtet. In diversen Studien, auch zu Telemedizinprojekten, wird gerade auf die Darstellung der Einsparmöglichkeiten verzichtet, was allerdings zu einer Einschränkung der Analyseergebnisse führen kann.

5.1.5.1 Systemkosten

Für die Kalkulation der Kosten des Telemedizinsystems liegt die Herausforderung darin, dass es sich bei dem Telemedizinsystem um eine visionäre Konzeption handelt, die zwar in ihren Grundzügen bekannt und festgelegt, jedoch derzeit noch fiktiv ist. Folglich müssen beispielsweise für die Rahmenbedingungen wie Stückzahlen und Produktionszyklen entsprechende Festlegungen und Abschätzungen getroffen werden, ebenso wie für die einzelnen Kostenbestandteile des Telemedizinsystems. Obwohl die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Forschung genutzt und die Bewertungen gemeinsam mit Fachleuten aus den Bereichen Medizin/ Telemedizin, Notfallrettung, Medizin- und Informationstechnik und Softwareentwicklung vorgenommen werden, kann diese Kostenberechnung nicht den Anspruch auf absolute Verlässlichkeit erheben und ist durchaus kritisch zu bewerten. Insbesondere da, wie im *Kapitel 4.10.3* beschrieben, Veränderungen im Bereich der Systemkosten deutliche Auswirkungen auf die Kosten-Wirksamkeits-Quotienten und die Gesamtkosten haben. Diese „Schwäche“ ist aufgabenspezifisch, da gerade die Einsatzmöglichkeiten geprüft werden sollen, bevor das Telemedizinsystem realisiert wird und lässt sich nur dadurch beheben, dass das Telemedizinsystem realisiert wird.

Nichtsdestotrotz kann die Plausibilität der dargestellten Kostenkalkulation durch einen Vergleich mit Telemedizin-Konzeptionen wie „AIDER“ und „E-MERGE“ bestätigt werden, die im wesentlichen die Funktionalitäten der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ mit zusätzlichen Kommunikationselementen abdecken. In der Konzeption „AIDER“ liegen abhängig vom betrachteten Business Case die kalkulierten Kosten für die vergleichbare „Black Box“ bei 300-500 € und der prognostizierte Verkaufspreis bei 500-690 €, wobei von deutlich niedrigeren Stückzahlen pro Jahr (75.000-100.000 Stück) ausgegangen wird [AIDER 2002, S.38ff.]. Das Telemedizinsystem wird in der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ bei einer Stückzahl von 100.000 mit einem Verkaufspreis von circa 700 € kalkuliert. Die Konzeption „E-MERGE“ kalkuliert mit Gerätekosten von 80-100 € und prognostiziert Preise für die Geräte von 400-600 € unter der Annahme, dass mittelfristig 100% der Pkws in Europa mit dem System ausgestattet sind [Abele 2005, S.110]. Dies entspricht im

Wesentlichen den Berechnungen des Telemedizinsystems und für die angenommenen Stückzahlen von 1,1-4,4 Mio. liegen die Gerätekosten in der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ bei 54-83 € (*Kapitel 4.5.1.3*).

Mögliche Einschränkungen bei der Auswahl der Bewertungsmaßstäbe werden im *Kapitel 4.5.1.2* diskutiert und an dieser Stelle nicht weiter vertieft.

5.1.5.2 Kosten durch Personenschäden

Für die Berechnung der Kosten durch Personenschäden wird auf die Untersuchungen der BAST zurückgegriffen, einer in Deutschland anerkannten und im internationalen Vergleich viel zitierten Unfallkostenrechnung [*Baum 1999, S.7ff.; Hakkert 2005, S.28*]. Die angewendeten Bewertungsmaßstäbe des Berechnungsmodells erscheinen stimmig (*Tabelle 16*), alternative Ansätze wären jedoch denkbar, werden an dieser Stelle aber nicht vertieft. Lediglich der Bereich der Veränderung der Konsumausgaben aufgrund von Tod oder Verletzung wird nicht berücksichtigt und könnte zukünftig in die Berechnungen aufgenommen werden.

Die volkswirtschaftlichen Kosten durch Personenschäden liegen für das Jahr 2002 vor und werden für die Kostenermittlung aus Sicht der Gesellschaft unverändert genutzt.

Aus Krankenkassensicht gibt es bei der Bestimmung der Maßeinheiten für die Kostenermittlung Einschränkungen in Bezug auf die Zusammensetzung der einzelnen Kostenparameter, deren Abgrenzung zwischen den Unfallkostenträgern und der Anwendung der Regelungen des SGB V. Diese Aspekte werden im *Kapitel 4.5.2.2* dargestellt und erörtert. Der Fokus der kritischen Betrachtung liegt an dieser Stelle auf der Berechnung des Krankengeldes und der Möglichkeit der Verrechnung von Unfallkosten zwischen Krankenkassen und anderen Unfallkostenträgern in Form von Regressleistungen.

Berechnung des Krankengeldes

Für die Berechnung des Krankengeldes müssen verschiedene Annahmen getroffen werden, um auf der Basis des vorliegenden Datenmaterials eine Abschätzung zu ermöglichen (*Kapitel 4.5.2.3*). Diese Festlegungen werden zwar nach Rücksprache mit Experten der Krankenkassen getroffen, führen jedoch zu Ungenauigkeiten beziehungsweise einer Verzerrung der Berechnungsgrundlagen und sind dementsprechend durchaus kritisch zu betrachten.

Grundproblem der Berechnungen ist die fehlende Datenbasis auf Seiten der Krankenkassen. Nach Aussagen der Krankenkassen sind diese nach § 116 SGB X nicht verpflichtet, Ersatzleistungen wie Krankengeld differenziert nach dem Schadensereignis zu erfassen. Folglich ist bei den Krankenkassen derzeit eine Zuordnung des gezahlten Krankengeldes auf Verkehrsunfälle nicht möglich. Nach Rücksprache und Prüfung durch Experten der Krankenkassen wird die gewählte

Vorgehensweise zur Berechnung des Krankengeldes jedoch als plausibel und geeignet eingeschätzt, einen Näherungswert für das durch die Krankenkassen zu zahlende Krankengeld zu erhalten.

In Bezug auf die Höhe des berechneten Krankengeldes werden für eine Plausibilitätsprüfung einerseits die berechneten Ausfallmonate mit den Ergebnissen der GKV-Statistiken des BMGS verglichen [BMGS 2003, S.3]. Für die Pflichtmitglieder der GKV werden für das Jahr 2002 circa 141,03 Mio. Krankengeldtage ausgewiesen. Um die durchgeführte Berechnung von 5,84 Mio. Ausfalltagen für Verkehrsunfallopfer (Tabelle 24) den Zahlen des BMGS gegenüberstellen zu können, müssten letztere um den Anteil der PKV erhöht werden. Ohne diese Erhöhung liegt der Anteil der durch Verkehrsunfälle verursachten Krankengeldtage bei 4,14%. Vergleicht man andererseits den Anteil des berechneten Krankengeldes (Tabelle 28; inklusive PKV-Anteil) mit den Ausgaben der GKV für die Leistungskategorie Krankengeld für das Jahr 2002 in Höhe von 7,56 Mrd. € über alle Mitglieder der GKV [BMGS 2004], so ergibt sich ein Anteil von 1,69%. Die Gegenüberstellung der berechneten Anteile an Krankengeldtagen und gezahltem Krankengeld zeigt trotz der unterschiedlichen Einbeziehung von GKV und PKV, dass das berechnete Krankengeld aus Sicht der Krankenkassen wahrscheinlich zu niedrig ist. Dies hängt mit den getroffenen Annahmen und den unterschiedlichen Datengrundlagen zusammen. Beispielsweise werden für die Berechnungen nur erwerbstätige Personen berücksichtigt, die Krankenkassen zahlen allerdings auch Krankengeld an arbeitslose Verkehrsunfallopfer. Diese Einschätzungen werden in der Sensitivitätsanalyse berücksichtigt und im „best case scenario“ wird das Krankengeld verdoppelt.

Insgesamt ist die Berechnung des Krankengeldes durchaus kritisch zu bewerten. Da allerdings sowohl auf Seiten des BMGS als auch der Krankenkassen keine aussagefähigen Daten zur Verfügung gestellt werden, ist eine entsprechende pragmatische Abschätzung notwendig.

Abschätzung der Regressleistungen zwischen Unfallkostenträgern

Wie im Kapitel 4.5.2.2 beschrieben und diskutiert, können mögliche Regressleistungen zwischen Krankenkassen und anderen Unfallkostenträgern nicht quantifiziert werden. Einerseits geben die Krankenkassen und das BMGS an, dass hierzu kein verlässliches Datenmaterial in der notwendigen Differenzierung verfügbar ist. Andererseits bestätigen Krankenkassenvertreter, dass diese Informationen, wenn sie denn verfügbar wären, nicht veröffentlicht werden würden. Allerdings wird davon ausgegangen, dass diese Regressleistungen „nicht unerheblich“ sind und eine nicht zitierbare Quelle aus dem Umfeld der Krankenkassen schätzt für das Jahr 2002 die Regressleistungen der Kfz- und Privat-Haftpflichtversicherungen an die Krankenkassen auf 300 Mio. €.

Mit der Nicht-Einbeziehung der Regressleistungen werden die Kosten der Krankenkassen für Personenschäden tendenziell überschätzt. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wird deshalb die Auswirkung der Senkung dieser Kosten um 30% analysiert. Eine mögliche Kritik, dass Regressleistungen nicht einbezogen werden, kann nur dadurch ausgeräumt werden, dass

Krankenkassen im Rahmen einer weiteren zusätzlichen Untersuchung aktiv einbezogen werden und in Zusammenarbeit versucht wird, die entsprechenden Datengrundlagen zu schaffen.

5.1.5.3 Strukturkosten

In Bezug auf die Ausgaben durch Fehlfahrten im Rettungsdienst werden für die Fehlfahrtenquoten die Zahlen aus dem Jahr 2000 auf das Jahr 2002 bezogen. Die Einsatzfahrten für Verkehrsunfälle werden anhand der Entwicklungen über die letzten Jahre für das Jahr 2002 prognostiziert. In diesen Annahmen und Berechnungen liegt durchaus ein gewisses Maß an Unsicherheit, das an dieser Stelle allerdings nicht vermieden werden kann. Die herangezogenen Kostensätze der GKV je Fahrt (*Tabelle 33*) erscheinen in ihrem Verhältnis und ihrer Größenordnung plausibel, wenn man diese mit den nachfolgenden Beispielen des Bayerischen Roten Kreuzes für die Jahre 2004 und 2005 und der Berliner Feuerwehr für das Jahr 2004 vergleicht.

Tabelle 72: Benutzungsentgelte Bayerisches Rotes Kreuz 2004 und 2005 [http://www.kvguenzburg.brk.de; http://www.kvcoburg.brk.de]

	Einsatzanlass/ -spezifikation	BRK Günzburg, 2004	BRK Coburg, 2005
Krankentransport	Grundgebühr	33,40 €	36,94 €
	zzgl. Kilometerpreis	1,62 €	1,82 €
Notfallrettung	Notfalleinsatz	461,87 €	508,90 €
	Notarzteinsatz	512,87 €	559,90 €

Tabelle 73: Feuerwehrbenutzungsgebühren in Berlin für Tätigkeiten im Rettungsdienst 2004 [FwBenGebO 2004, S.4]

Tätigkeiten im Rettungsdienst	Gebühr je Person
Rettungswagen (Versorgung und/ oder Transport)	281,43 €
Notarztwagen (Behandlung und Transport)	672,34 €
Notarztwagen (Behandlung)	402,40 €
Notarzt-Einsatzfahrzeug (Behandlung)	349,73 €
Rettungshubschrauber (Behandlung und/ oder Transport)	1.124,80 €

Die Berechnungen der Ausgaben durch Nachalarmierungen eines Notarztes unterliegen im Wesentlichen der Unsicherheit, dass Daten aus dem Jahr 1994 unverändert auf das Jahr 2002 bezogen werden. Es liegen allerdings keine neueren Erkenntnisse vor und entsprechend kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Zahlen zum Teil über- oder unterschätzt werden.

5.1.6 Überlegungen und Neuberechnungen zur Nutzenermittlung

Die Nutzenermittlung basiert für den Einflussfaktor „Verkürzung des therapiefreien Intervalls“ im wesentlichen auf einer systematischen Literaturrecherche, für den Einflussfaktor „Verbesserung der Laienhilfe“ wird das Nutzenpotential empirisch berechnet beziehungsweise abgeschätzt. Beide Vorgehensweisen unterliegen einem gewissen Maß an Unsicherheit und in den nachfolgenden Ausführungen wird hierzu Stellung genommen. Für beide Einflussfaktoren wird in den Analysen nicht berücksichtigt, ob sich der Verkehrsunfall in der Stadt oder auf dem Land ereignet hat. Die jeweilige Datenbasis ist für eine detaillierte Untersuchung nicht ausreichend, jedoch ist davon auszugehen, dass gerade Unfallopfer auf dem Land von einer Senkung der Meldefrist auf eine Minute und die Gewährleistung einer suffizienten Laienhilfe profitieren [Champion 1997].

5.1.6.1 Verkürzung des therapiefreien Intervalls

Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche wird festgestellt, dass sich die Verkürzung des therapiefreien Intervalls durch eine automatische Unfallmeldung positiv auf das medizinische Outcome des Unfallopfers auswirkt, und für die Nutzenermittlung wird eine Reduzierung der Verkehrstoten um 5% und der Schwerverletzten um 10% als Bewertungsmaßstab herangezogen. Die Begründung für diese ausgewählten Größenordnungen liegt unter anderem in den wissenschaftlichen Erkenntnissen, die als Grundlagen im EU-Projekt „eCall/ E-MERGE“ verwendet werden (Kapitel 4.6.3.1). Allerdings ist bei der Auswertung der wissenschaftlichen Studien und Veröffentlichungen auffällig, dass zum größten Teil keine Datengrundlagen für derartige Berechnungen, kaum methodische Vorgehensweisen und keinerlei Rechenmodelle und -schritte dargestellt werden und dementsprechend keine Aussagen zur Qualität der beschriebenen Bewertungsmaßstäbe getroffen werden können.

Es wird daher empfohlen, eine Studie für Deutschland durchzuführen, um den Zusammenhang zwischen der Verkürzung des therapiefreien Intervalls und dem medizinischen Outcome zu untersuchen. Hierfür bietet sich die GIDAS-Datenbank an, die bereits relevante Zeitspannen (Melde- und Hilfsfrist) und Unfallfolgen erfasst (Kapitel 4.6.3.2). Allerdings lässt die Qualität und Vollständigkeit der Daten vor allem im Bereich der Zeiten noch zu wünschen übrig und dies gilt es zukünftig zu optimieren. Dementsprechend können die GIDAS-Daten aktuell für eine Plausibilitätsprüfung der herangezogenen Bewertungsmaßstäbe nicht eingesetzt werden.

Daher wird nachfolgend auf Daten aus den USA zurückgegriffen. Im Rahmen einer eigenständig durchgeführten retrospektiven empirischen Untersuchung der US-amerikanischen Unfalldatenbank CDS werden mögliche Nutzenpotentiale der Verkürzung des therapiefreien Intervalls durch eine automatische Unfallmeldung in Bezug auf die Überlebenswahrscheinlichkeit analysiert, wohl wissend, dass die amerikanische präklinische Notfallrettung mit dem deutschen System nur begrenzt vergleichbar ist und sich auch weitere Rahmenbedingungen deutlich unterscheiden (Fahrverhalten, Straßeninfrastruktur, Flächenausdehnungen etc.).

Diese Berechnung ist die Grundlage, um die angenommenen Bewertungsmaßstäbe für Deutschland einschätzen und diskutieren zu können. Die nachfolgende Untersuchung hat zwar „Ergebnischarakter“ und entsprechend ist die Vorgehensweise. Sie dient aber der kritischen Auseinandersetzung der getroffenen Annahmen im Rahmen der Nutzenermittlung und ist damit „Mittel zur Diskussion“.

Zielsetzung der Untersuchung

Ziel der Untersuchung ist es festzustellen, ob und gegebenenfalls welchen Einfluss die betrachtete Zeitspanne Meldefrist (und damit auch das therapiefreie Intervall) auf die Wahrscheinlichkeit für die Unfallfolge „Überleben“ (überlebt, verstorben) hat. Als Hypothese wird dabei postuliert: „Je kürzer die Meldefrist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, die Unfallfolgen zu überleben.“

Auf Grundlage der vorliegenden Daten kann der Einfluss der Meldefrist auf die Unfallfolge „Verletzungs-Outcome“ (schwerverletzt, leichtverletzt) nicht analysiert werden, da im Rahmen der Voranalysen ein negativer Zusammenhang zwischen der Meldefrist und der Verletzungsschwere festgestellt wird. Es wird vermutet (und von befragten Notärzten bestätigt), dass dies damit zusammenhängen kann, dass einerseits gerade bei Unfällen mit Schwerverletzten, die meist spektakulärer sind, die Unfallmeldung schneller abgesetzt wird. Andererseits wird angenommen, dass leichtverletzten Unfallopfern zunächst von den Laienhelfern selbst geholfen wird, es zu Beginn der Laienhilfe noch nicht klar ist, ob der Rettungsdienst alarmiert werden muss und dementsprechend die Unfallmeldung später abgegeben wird. Beide Argumente sprechen allerdings für den Einsatz des Telemedizin systems in der „Vollausstattung“, das heißt dass der Unfall automatisch gemeldet wird und dass Laienhelfer bei Erste-Hilfe-Maßnahmen telemedizinisch angeleitet werden.

Datenbank

Das National Automotive Sampling System (NASS) wurde 1979 in den USA eingeführt, um Verkehrsunfälle und Unfallverletzte beziehungsweise Verkehrstote zu reduzieren. NASS wird von der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) betreut, die Teil des „U.S. Department of Transportation“ ist und besteht aus zwei Bestandteilen: Crashworthiness Data System (CDS) und General Estimates System (GES). Die Daten werden vertraulich nach einem repräsentativen randomisierten Verfahren bei polizeilich registrierten Unfällen erfasst und sollen Wissenschaftlern und Ingenieuren im Rahmen der Unfallforschung unter anderem die Analyse des Zustandekommens und der Folgen von Verkehrsunfällen ermöglichen.

Im CDS erfassen 27 Untersuchungsgruppen jedes Jahr circa 5.000 Verkehrsunfälle in den USA. Seit 1979 wurden mehr als 140.000 Verkehrsunfälle in die Datenbank aufgenommen. Die Informationen unter anderem zur Unfallsituation, den beteiligten Fahrzeugen, den Fahrzeuginsassen und deren Verletzungen werden mittels fast 400 Variablen dokumentiert. Jeder Fall wird mit einem individuellen Gewichtungsfaktor versehen, um die Repräsentativität der Stichprobe zu gewährleisten.

Datengrundlage

Für die Auswertung des Einflusses Meldefrist und weiterer Kontrollvariablen auf die Überlebenswahrscheinlichkeit werden die Daten des CDS von 1997 bis 2003 analysiert, die im Internet zugänglich sind [<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov>]. Nachfolgend werden die aus sachlogischer Sicht einbezogenen Variablen im Überblick dargestellt, erläutert und für das Untersuchungskollektiv anhand ausgewählter Ausprägungen beschrieben.

Tabelle 74: Einbezogene Variablen der empirischen Untersuchung [Kanz 2002, S.516]; *Meldefrist ist um Extremwerte bereinigt; **dient der Berechnung von ISS

Variable	Beschreibung	Skalen-niveau	Gültige Werte	Ausprägung	Mittelwert/ Median
Überleben	verstorben (innerhalb von 30 Tagen nach Verkehrsunfall) oder überlebt	nominal	20.617	verstorben, überlebt	-
Meldefrist*	Zeit vom Unfall bis zur Unfallmeldung	metrisch	20.421	0-30 Minuten	5,44/ 4,00
MAIS** (Maximum Abbreviated Injury Scale)	Maximale Ausprägung des anatomischen Scores zur Beschreibung stumpfer und penetrierender Verletzungen nach neun Körperregionen	ordinal; wird in der Literatur z.T. als metrisches Skalen-niveau verwendet	19.515	1: Gering; 2: Mäßig; 3: Ernst, nicht lebensbedrohlich; 4: Schwer, lebensbedrohlich; 5: Kritisch, Überleben fraglich; 6: Tödlich, derzeit nicht behandelbar	1,03/ 1,00
ISS (Injury Severity Score)	Summe der Quadrate der höchsten AIS-Werte der drei von sechs am schwersten verletzten Körperregionen	ordinal; wird in der Literatur z.T. als metrisches Skalen-niveau verwendet	19.515	0-75 Punkte	2,86/ 1,00
GCS (Glasgow Coma Scale)	Bewertungsskala für Bewusstseinslage; setzt sich zur Bewertung eines Schädel-Hirn-Traumas (SHT) aus drei neurologischen Parametern zusammen: Augen Öffnen, Reaktion auf Ansprechen, Motorische Reaktion	ordinal; wird in der Literatur z.T. als metrisches Skalen-niveau verwendet	14.142	3-15 Punkte: 15: kein SHT; 12-14: leichtes SHT; 8-11: mittelschweres SHT; 5-7: schweres SHT; 3-4: schwerstes SHT	14,82/ 15,00
Alter	Alter	metrisch	20.760	0-97 Jahre	31,62/ 28,00

Von den insgesamt verfügbaren 20.982 Datensätzen des CDS können für die Berechnung der Veränderung der Überlebenswahrscheinlichkeit durch die Verkürzung der Meldefrist 13.874 gültige Werte genutzt werden, für die vollständig Ausprägungen der einbezogenen Variablen vorliegen. Für die Berechnung des Nutzenpotentials der Verkürzung des therapiefreien Intervalls (durch die Verkürzung der Meldefrist) werden 19.481 Datensätze genutzt, für die Ausprägungen zur Verletzungsschwere MAIS und zum Überleben vorhanden sind.

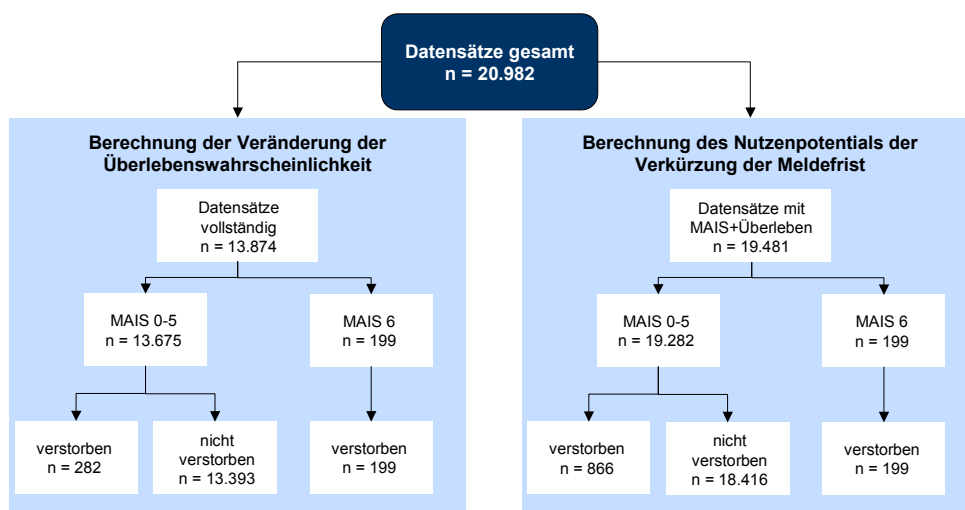


Abbildung 32: Datengrundlage CDS 1997 bis 2003

Methodik und Vorgehensweise

Für die statistische Bearbeitung und Auswertung der Daten wird SPSS in der Version 12.0 verwendet. Als Verfahren zur Untersuchung des Einflusses der Meldefrist und weiterer Kontrollvariablen auf die Unfallfolge „Überleben“ wird die logistische Regression angewendet. Die logistische Regression versucht über einen Regressionsansatz zu bestimmen, mit welcher Wahrscheinlichkeit zum Beispiel das Überleben in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussgrößen (zum Beispiel Meldefrist) zu erwarten ist [Backhaus 2003, S.418ff.]. Dabei können mehrere unabhängige Variablen simultan auf ein quantitatives Zielkriterium (abhängige Variable) analysiert und Aussagen über die Stärke des Einflusses der unabhängigen Variablen gewonnen werden. Im Gegensatz zur linearen Regression bezweckt die logistische Regression damit nicht die Schätzung für die Beobachtungen der abhängigen Variablen, sondern die Ableitung der Eintrittswahrscheinlichkeiten dieser Beobachtungswerte. Als unabhängige Variablen können sowohl kategorial als auch metrisch skalierte Variablen einbezogen werden, die abhängige Variable kann binär oder multinominal sein. Dementsprechend sind die Voraussetzungen im Skalenniveau für die einbezogenen Variablen erfüllt.

Nachfolgend ist der logistische Regressionsansatz dargestellt, der sich aus den Logits (z-Werte) und der logistischen Funktion (p) zusammensetzt.

$$p_k (y=1) = \frac{1}{1+e^{-z_k}}$$

$p_k (y=1)$: Wahrscheinlichkeit, dass Ereignis y eintritt
 k : Beobachtung
 e : Eulersche Zahl

$$\text{mit } z_k = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j \cdot x_{jk}$$

β_0 : konstanter Parameter
 β_j : Regressionskoeffizient j
 x_j : Merkmalsausprägung j

Abbildung 33: Formel zur logistischen Regressionsgleichung [Backhaus 2003, S.423]

Ergebnisse der logistischen Regression

Im Rahmen der Schätzung der logistischen Regressionsfunktion mit der Maximum-Likelihood-Methode werden die Einflussgrößen Alter-Quadrat, ISS, GCS und die Meldefrist als unabhängige Variablen einbezogen, wobei auch eine mögliche Konstante berücksichtigt wird. Das Alter wird quadriert, da vermutet wird, dass sich ab einem gewissen Alter die Überlebenswahrscheinlichkeit ceteris paribus deutlich verschlechtert. Die unabhängigen Variablen werden einerseits simultan in das Modell einbezogen (Einschluss), andererseits werden aufgrund statistischer Kriterien sukzessive Variablen entfernt (Rückwärts Likelihood-Ratio-Test) beziehungsweise ausgehend von einem Prädiktor aufgenommen (Vorwärts Likelihood-Ratio-Test). Dabei zeigt sich, dass die Ergebnisse stabil bleiben, was ein Gütemaß für die Schätzung der logistischen Regressionsfunktion ist.

Tabelle 75: Ergebnis der logistischen Regression für Unfallfolge „Überleben“; Nagelkerke-R-Quadrat = 0,646

Unfallfolge Überleben	Koeffizient B	Standard fehler	Wald	df	Signifikanz	Exp (B)	95,0% Konfidenz- intervall für Exp(B)	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Alter-Quadrat (Jahre-Quadrat)	0,0005	0,0000	6.655,2093	1	0,000	1,0005	1,0005	1,0005
ISS	0,0716	0,0009	6.325,2414	1	0,000	1,0742	1,0723	1,0761
GCS	-0,4888	0,0030	26.245,2918	1	0,000	0,6133	0,6097	0,6170
Meldefrist	0,0224	0,0021	111,6893	1	0,000	1,0226	1,0184	1,0269
Konstante	-1,3445	0,0423	1.008,5315	1	0,000	0,2607		

Die Interpretation der Regressionsschätzung bereitet teilweise Schwierigkeiten, da die unabhängigen Variablen nur indirekt (über die Wahrscheinlichkeitsberechnung) und in nicht-linearer Form (durch die unterstellte logistische Funktion) Einfluss auf die Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit für das Versterben nehmen [Backhaus 2003, S.431]. Das hat zur Folge, dass die Regressionskoeffizienten (Koeffizient B) nicht untereinander vergleichbar sind. Allerdings zeigen deren Vorzeichen zumindest den Einfluss der Variablen auf die Unfallfolge „Überleben“, das heißt Personen mit höherem Alter-Quadrat, ISS und Meldefrist sind im Untersuchungskollektiv häufiger verstorben. Die hohe Ausprägung der Konstante weist darauf hin, dass ein Großteil der Personen nicht verstirbt. Anhand der odds ratios beziehungsweise der Effekt-Koeffizienten (Exp (B)) offenbart sich die

Wirkungsrichtung und -stärke der unabhängigen Variablen. Das heißt Ausprägungen < 1 weisen darauf hin, dass sich bei Erhöhung der x-Werte um eine Einheit das Chancenverhältnis um eben diesen Faktor zu „überlebt“ verändert und umgekehrt für Ausprägungen > 1 [Backhaus 2003, S.466]. Die niedrigen Ausprägungen der odds ratios für Alter-Quadrat, ISS und Meldefrist deuten darauf hin, dass sich das Chancenverhältnis kaum ändert. Da das Konfidenzintervall für GCS für beide Grenzen unter Eins liegt, ist ein negativer Einfluss von GCS auf das Chancenverhältnis mit großer Wahrscheinlichkeit zu erwarten.

Die Beurteilung der Modellgüte des logistischen Regressionsansatzes, das heißt die Beantwortung der Frage, wie gut die unabhängigen Variablen in ihrer Gesamtheit zur Trennung der Ausprägungskategorie Unfallfolge „Überleben“ beitragen, erfolgt über das Nagelkerke-R-Quadrat der Pseudo-R-Quadrat-Statistiken. Dieses Gütemaß stellt den Anteil der Varianzerklärung der abhängigen Variable durch die unabhängigen Variablen dar und der Wertebereich ist sehr gut ab einer Ausprägung von R-Quadrat = 0,5 [Backhaus 2003, S.448]. Für den logistischen Regressionsansatz beträgt das Nagelkerke-R-Quadrat = 0,646, so dass dieser Indikator insgesamt auf eine sehr gute Erklärungskraft des verwendeten Modells hinweist. Darüber hinaus zeigt die Beurteilung des Klassifikationsergebnisses (Vergleich der Trefferquote der logistischen Regression mit der bei rein zufälliger Zuordnung der Elemente), dass der Prozentsatz der richtig klassifizierten Elemente mit 99,5% deutlich über der maximalen Zufallswahrscheinlichkeit liegt und dementsprechend gut wird die Modellgüte eingeschätzt [Backhaus 2003, S.442ff.].

Bei der Prüfung der Merkmalsausprägung ist festzustellen, dass alle unabhängigen Variablen hoch signifikant sind (Irrtumswahrscheinlichkeit $< 1\%$). Das heißt die Null-Hypothese, dass die unabhängigen Variablen keinen Einfluss auf die Trennung in „verstorben“ beziehungsweise „überlebt“ haben, kann verworfen werden und entsprechend ist davon auszugehen, dass diese unabhängigen Variablen in der Grundgesamtheit einen signifikanten Einfluss auf die Unfallfolge „Überleben“ haben.

Berechnung des Nutzens der Verkürzung des therapiefreien Intervalls

In Analogie der Berechnungen des Nutzens der Verbesserung der Laienhilfe (Kapitel 4.6.3.2) wird das Nutzenpotential des Einflussfaktors „Verkürzung des therapiefreien Intervalls“ für die Unfallfolge „Überleben“ ermittelt:

- 1) Berechnung der aggregierten Einflussstärken (Logits) der unabhängigen Variablen (Ist-Ausprägungen) auf die abhängige Variable (überlebt, verstorben) für Meldefrist = Ist-Ausprägung (keine automatische Unfallmeldung) und Meldefrist = 1 (automatische Unfallmeldung)
- 2) Berechnung der logistischen Funktion (p) für die Wahrscheinlichkeiten der erwarteten Ausprägungen der abhängigen Variable für Ist-Ausprägungen der unabhängigen Variablen
- 3) Abschätzung der logistischen Funktion (p) für die Wahrscheinlichkeiten der erwarteten Ausprägungen der abhängigen Variable für Meldefrist = 1 mit Ist-Ausprägung der weiteren unabhängigen Variablen

- 4) Vergleich der vorhergesagten Eintrittswahrscheinlichkeiten für Meldefrist = Ist-Ausprägung und Meldefrist = 1
- 5) Abschätzung des Bewertungsmaßstabes des Telemedizinsystems durch Vergleich der Ist-Ausprägungen der abhängigen Variable mit der Kann-Ausprägung, falls immer automatische Unfallmeldung (Meldefrist = 1)

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Berechnung des Nutzens der Verkürzung des therapiefreien Intervalls durch eine automatische Unfallmeldung und damit die Gewährleistung einer Meldefrist von einer Minute für die Unfallfolge „Überleben“ dargestellt.

*Tabelle 76: Berechnung des Nutzenpotentials für Unfallfolge „Überleben“ durch Verkürzung des therapiefreien Intervalls; * Regressionsschätzung zu niedrig; ** Anteil an Verstorbenen bei Ist-Ausprägung*

Datenbezug	Verletzungsschwere	Klassifizierung	Anzahl	Anteil
Datensätze vollständig	MAIS 0-5	Gesamt	13.675	100,00%
		Verstorben	282	2,06%
		Prognose: Verstorben bei Ist-Ausprägungen*	244	1,79%
		Prognose: Verstorben bei Meldefrist = 1	234	1,71%
		Prognose: Rettbar bei Meldefrist = 1	10	4,09%**
Datensätze mit MAIS und Überleben	MAIS 0-5	Gesamt	19.282	100,00%
		Verstorben	866	4,49%
		Prognose: Rettbar bei Meldefrist = 1	35	4,09%**
	MAIS 6	Gesamt	199	100,00%
		Verstorben	199	100,00%
	MAIS 0-6	Gesamtanzahl Personen	19.481	100,00%
		Gesamtanzahl Verstorben bei Ist-Ausprägungen	1.065	5,47%
		Gesamtanzahl Verstorben bei Meldefrist = 1	1.030	5,28%
		Prognose: Reduzierung der Verkehrstoten bei Meldefrist = 1 Minute	35	3,33%**

Für die Personengruppe, für die alle einbezogenen abhängigen und unabhängigen Variablen vorliegen, wird mittels des logistischen Regressionsansatzes die Zahl der Verstorbenen mit 244 Personen im Vergleich zur Ist-Ausprägung unterschätzt. In dieser Personengruppe wird erwartet, dass die prognostizierten Verstorbenen ceteris paribus durch die automatische Unfallmeldung um 4,09% reduziert werden können. Die Abweichung der Ist-Verstorben zu den prognostizierten Verstorben (282 zu 244) lässt erwarten, dass die Wirksamkeit der Gewährleistung einer Meldefrist von einer Minute noch erhöht werden kann.

Bezogen auf das Untersuchungskollektiv für das die Ausprägungen zur Verletzungsschwere MAIS und zur Unfallfolge „Überleben“ vorhanden sind (MAIS 0-6), lässt sich prognostizieren, dass die Zahl der Verkehrstoten durch die automatische Unfallmeldung um 3,33% reduziert werden kann. Die Verringerung des Prozentsatzes (4,09% auf 3,33%) kommt dadurch zustande, dass die 199 Personen einbezogen werden, die ein MAIS = 6 erleiden, nicht behandelt werden können und daran versterben.

Überlegungen der Anwendbarkeit für Deutschland und Fazit

Vergleicht man diesen berechneten Bewertungsmaßstab von 3,33% für die Daten aus den USA mit Europa beziehungsweise Deutschland (5%; *Kapitel 4.6.3.1*), so kann zwar der Rückschluss gezogen werden, dass eine automatische Unfallmeldung und damit die Verkürzung des therapiefreien Intervalls die Überlebenswahrscheinlichkeit nach Verkehrsunfällen erhöht und dass eine vergleichbare Größenordnung festgestellt wird. Allerdings unterscheiden sich verschiedene Spezifika zwischen den USA und Deutschland deutlich. Im Bereich der grundsätzlichen Rahmenbedingungen für den Straßenverkehr beziehungsweise für Verkehrsunfälle sind hier beispielhaft anzuführen:

- Frühere Fahrerlaubnis in den USA und damit eine andere Alterszusammensetzung der Verkehrsteilnehmer, Laienhelfer beziehungsweise Unfallopfer
- Unterschiedliche Gesundheitszustände und damit begrenzt vergleichbare Auswirkungen auf Unfallfolgen
- Verkehrsinfrastruktur: Flächenstaaten in den USA, Straßenbau und -zustand, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Fahrzeugsicherheitssysteme etc.
- Generelle Rahmenbedingungen: Mobilfunkverbreitung, Erste-Hilfe-Ausbildung etc.

Ein weiterer wesentlicher Ansatzpunkt sind grundlegende Unterschiede im Rettungswesen zwischen den beiden Ländern. Im US-amerikanischen System gilt der Grundsatz „scoop and run“. Dies bedeutet, dass der zügige Transport zur klinischen Versorgung im Mittelpunkt des Interesses steht, kaum eine Behandlung am Unfallort stattfindet und das zentrale Ziel der schnelle Transport innerhalb der so genannten „Golden Hour“ in das Zielkrankenhaus ist. Das Rettungsdienstpersonal besteht überwiegend aus so genannten „Paramedics“ (ausgebildetes Rettungsdienstpersonal), auf Notärzte wird meist verzichtet. Die medizintechnische Ausstattung in den Fahrzeugen ist geringer als in Deutschland, allerdings werden häufig technische Hilfsmittel wie GPS und Laptops eingesetzt. In Deutschland dagegen wird nach dem Motto „stay and play“ gehandelt. Dabei soll das bestmögliche medizinische Outcome durch die Patientenversorgung vor Ort erreicht werden. Der Einsatz erfolgt meist unter Beteiligung von Notärzten und deshalb ist die medizintechnische Ausstattung in den Einsatzfahrzeugen aufwendiger [*Koppenberg 2002, S.598ff.*]. Dementsprechend ist auch die Qualität der Versorgung der Unfallopfer durch das Notfallrettungspersonal nicht vergleichbar, wobei eine Untersuchung prospektiv erhobener Daten des Traumaregisters der DGU in Deutschland zeigt, dass die Versorgung von Unfallopfern am Unfallort notwendig ist und nicht so sehr die Dauer bis zum Eintreffen in der Notaufnahme die Überlebenswahrscheinlichkeit bestimmt [*Schwermann 2003, S.289*]. Darüber hinaus weisen Untersuchungen verschiedener Rettungssysteme darauf hin, dass das

deutsche System zwar mit höheren Kosten verbunden ist, aber unter anderem aufgrund der konsequenten Notfallversorgung vor Ort und der Einbindung von Notärzten die medizinische Erstversorgung der Notfallopfer verbessert und damit deren Überlebenschancen gesteigert werden kann. Eine generelle Übertragung auf alle Paramedic- oder Notarztsysteme ist allerdings nicht möglich [Fischer 2001, S.556; Fischer 2004, S.52ff.].

Zusätzlich spielt in Bezug auf das medizinische Outcome auch die Behandlung in der entsprechend geeigneten Zielklinik eine Rolle. Hierfür liegen keine Vergleichszahlen zwischen den USA und Deutschland vor, allerdings müsste die gesamte klinische Versorgung von Unfallopfern in eine Gegenüberstellung einbezogen werden.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass auf der Basis der retrospektiven Auswertung der US-amerikanischen Unfalldaten nur eingeschränkte Schlussfolgerungen für die Quantifizierung des Einflusses der Verkürzung des therapiefreien Intervalls auf die Überlebenschancen von Unfallopfern in Deutschland möglich sind. Allerdings kann die angenommene Größenordnung von 5% „bestätigt“ und als realistisch eingeschätzt werden. Darüber hinaus wird festgestellt, dass die Dauer der Meldefrist ein Einflussfaktor ist, jedoch die Verletzungsschwere (zum Beispiel MAIS, ISS) und die Bewusstseinslage die Überlebenschancen sehr stark beeinflussen und zum Teil wiederum Auswirkungen auf die Zeiten in der Notfallrettung haben. Es sollte daher das Ziel von weiterführenden Untersuchungen sein, auf der Basis prospektiv zu erhebender Daten für Deutschland den spezifischen Einfluss der Meldefrist auf die Überlebenschancen genauer zu untersuchen und dabei die beeinflussenden Rahmenbedingungen konstant zu halten.

5.1.6.2 Verbesserung der Laienhilfe

Zur Ermittlung des Nutzenpotentials des Einflussfaktors „Verbesserung der Laienhilfe“ wird Bezug genommen auf eine Analyse von Verkehrsunfällen in Deutschland. Auf der Grundlage der Ergebnisse einer logistischen Regression wird errechnet, dass aufgrund der Durchführung der Laienhilfe (ohne Beachtung der Qualität der Laienhilfe) die Zahl der Verkehrstoten um 3,65% reduziert werden kann. Dass sich Laienhilfe positiv auf die Überlebenschancen auswirkt, kann einerseits durch die hohe Ausprägung des Nagelkerke-R-Quadrat = 0,578 belegt werden (Tabelle 38). Andererseits bestätigen diesen Zusammenhang Untersuchungen in der Literatur, die sich jedoch nicht speziell auf Verkehrsunfälle beziehen und die zum Teil unterstellen, dass die Erste-Hilfe-Maßnahmen suffizient durchgeführt werden.

Wird beispielsweise nach Eintreten eines Herz-Kreislauf-Stillstandes in Folge einer polytraumatischen Verletzung innerhalb der ersten Minute mit Wiederbelebensmaßnahmen begonnen, können mehr als 80% der Betroffenen gerettet werden. Die Überlebensrate fällt pro Minute um 10%. Mit gravierenden neurologischen Schäden ist ab der vierten Minute nach Herz-Kreislauf-Stillständen zu rechnen [Schlechtriemen 2003, S.419]. Dass die Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen besonders in Notfallsituation zeitkritisch ist, zeigen auch die folgenden drei Zeitabhängigkeiten: 50% der betroffenen

Personen versterben bei Herzstillstand nach drei Minuten, bei Atemstillstand nach zehn Minuten und bei Verblutung nach 30 Minuten [Sefrin 1985, S.292].

Gerade die Durchführung adäquater Erste-Hilfe-Maßnahmen kann zu einer erheblichen Verbesserung der Prognose der Notfallopfer führen. Eine Studie am Zentrum Anästhesiologie, Rettungs- und Intensivmedizin der Universität Göttingen zum Thema „Herz-Lungen-Wiederbelebung durch Ersthelfer“ zeigt, dass 43,6% der Patienten, bei denen Reanimationsmaßnahmen durch Laienhelfer durchgeführt werden, mit Spontankreislauf in eine Klinik eingeliefert werden können. Werden keine Reanimationsmaßnahmen durchgeführt, sind es nur 32,7%. Auch im weiteren klinischen Verlauf sind die Patienten mit Laienhelfer-Reanimation im deutlichen Vorteil: Es können aus dieser Gruppe 31,8% ohne neurologische Folgeschäden entlassen werden, ohne Laienhelfer-Reanimation sind es nur 7,2% [Bahr 2001, S.573]. Im Rahmen dieser Untersuchung stellen *Bahr et al.* darüber hinaus fest, dass die Kenntnisse und Fähigkeiten zur Durchführung von Reanimationsmaßnahmen stark davon abhängen, wie lange die letzte Schulung der Laienhelfer zurückliegt. Beispielsweise sind bereits sechs Monaten nach einem Kursbesuch nur noch 66,7% der Probanden in der Lage, die Richtlinien der American Heart Association einzuhalten, nach 12 beziehungsweise 24 Monaten gelingt dies nur noch 23,5 beziehungsweise 21,1% [Bahr 2001, S.574ff.]. Die geringe Halbwertszeit von Wissen in Bezug auf Erste-Hilfe-Maßnahmen und damit den Verlust an Qualität der Maßnahmen bestätigen auch weitere Untersuchungen [Groeneveld 2005, S.64].

Positive Studienergebnisse in den USA in Bezug auf die telefonische Laienreanimation zur Behandlung von Herz-Kreislauf-Stillständen zeigen darüber hinaus, dass das medizinische Outcome von Notfallopfern dadurch verbessert werden kann, wenn Laienhelfer am Notfallort telefonisch durch Experten bei deren Erste-Hilfe-Maßnahmen kompetent und strukturiert angeleitet und bei der Durchführung der Reanimation des Notfallopfer begleitet werden [Kellermann 1989, S.1231ff.]. So kann nach *Bahr et al.* der Anteil der begonnenen Reanimationen von 45% auf 56% erhöht werden [Bahr 2001, S.577]. *Wenzel et al.* stellen fest, dass im Durchschnitt zwei Minuten nach Eingang der Notrufmeldung mit der Reanimation begonnen wird und der Anteil der Patienten, die durch die Laien reanimiert werden, von 32% auf 54% erhöht werden kann [Wenzel 2001, S.564]. *Rea et al.* prognostizieren, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit nach Herz-Kreislauf-Stillstand mit einer telefonisch angeleiteten Herz-Lungen-Wiederbelebung im Vergleich zur nicht durchgeführten Reanimation um 45% gesteigert werden kann [Rea 2001, S.2515].

Die dargestellten Ausführungen und die weiterführenden Erläuterungen zum Verhalten von Laienhelfern am Unfallort im Kapitel 1.3.2 zeigen deutlich, dass es einen Zusammenhang zwischen Durchführung und Qualität der Laienhilfe und der Überlebenswahrscheinlichkeit von Notfallopfern gibt und dass die Motivation und Kompetenz von Laienhelfern durch telemedizinische Unterstützung verbessert werden kann. Es liegen jedoch in der Literatur keine adäquaten Vergleichszahlen vor, die die errechnete Größenordnung der Reduzierung der Verkehrstoten durch den Einsatz des Telemedizinssystems mit der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ um 9% validieren können. Genauso wenig sind aktuell Zahlen verfügbar, die die Veränderung des „Verletzungs-

Outcomes“ in einer Größenordnung von 9% belegen beziehungsweise widerlegen können. Entsprechend kritisch sind die berechneten beziehungsweise angenommenen Nutzenpotentiale für die Unfallfolgen „Überleben“ und „Verletzungs-Outcome“ zu betrachten, erscheinen allerdings aufgrund der dargestellten Zusammenhänge als realistisch. Die Auswirkungen einer Erhöhung beziehungsweise Senkung der Nutzenpotentiale werden in der Sensitivitätsanalyse (*Kapitel 4.9*) dargestellt.

Um diesen Mangel bei der Beurteilung der Bewertungsmaßstäbe des Einflussfaktors „Verbesserung der Laienhilfe“ zu beheben wird empfohlen, die Erfassung der Unfalldaten in Deutschland durch GIDAS zu modifizieren und weiterzuentwickeln. Beispielsweise könnte durch eine nachvollziehbarere Darstellung des Zustandes der Unfallopfer unmittelbar nach dem Unfall und bei Einlieferung ins Krankenhaus eine detaillierte Beschreibung und Bewertung der Maßnahmen von Laienhelfern und durch die Abfrage weiterer noch festzulegender Zusatzinformationen eine verbesserte Datengrundlage geschaffen werden, um den Einfluss der Laienhilfe auf das medizinische Outcome von Unfallopfern zu analysieren.

5.1.7 Betrachtungszeitraum von zehn Jahren mit Diskontierung und ohne Inflationsbereinigung

Die Wahl des Zeithorizontes hängt vom Studiengegenstand ab und gemäß der Literatur und der angewandten Methoden im In- und Ausland sollte ein Zeitraum gewählt werden, in dem ein Einfluss des Telemedizinsystems auf den Ressourcenverbrauch und die Wirksamkeit zu erwarten ist [*Hoffmann 2002, S.430ff.; Schulenburg 1995, S.97ff.*]. Die Betrachtung des Zeithorizontes von zehn Jahren ist der angenommenen Marktdurchdringung mit dem Telemedizinsystem geschuldet, entspricht der Aufgabenstellung und den Interessen von potentiellen Investoren, die eine Planungssicherheit benötigen. Selbstverständlich können längere Zeiträume betrachtet werden, wobei aufgrund der Marktdurchdringung zu erwarten ist, dass die Kosten-Wirksamkeit zunimmt, da der Nutzen proportional stärker steigt als die Kosten (*Kapitel 4.10.3*).

Für die Begründung der Vorgehensweise bei der Diskontierung von Kosten- und Nutzenbewertungen wird auf die Ausführungen im *Kapitel 4.7* verwiesen. Im Rahmen der vorliegenden gesundheitsökonomischen Evaluation wird den Empfehlungen des „Hannoveraner Konsens“ gefolgt [*Hoffmann 2002, S.431*], wobei durchaus auch alternative Festlegungen (zum Beispiel Orientierung an einem Referenzzinssatz) denkbar sind [*Greiner 1999, S.80ff.; Greiner 2002A, S.217; Schulenburg 1995, S.53*]. Höhere Diskontierungssätze würden für die Hauptrechnung der vorliegenden Kosten-Wirksamkeits-Analyse die Barwerte der berücksichtigten Kostenbewertungen senken und entsprechend die Kosten-Wirksamkeit über den Zeithorizont verbessern.

Auch bezüglich der Berücksichtigung einer erwarteten Inflation gibt es in der Literatur keine einheitliche Empfehlung. Würde die Preissteigerung berücksichtigt werden, dann würde sich die Inflationsbereinigung entsprechend der Steigerung des Diskontierungssatzes auswirken

[Greiner 2002A, S.219]. Die Effekte der Veränderung des Diskontierungssatzes und die Berücksichtigung einer Inflationsbereinigung werden im Rahmen der Sensitivitätsanalyse überprüft (Kapitel 4.9).

5.2 Diskussion der methodischen Grundlagen für Basisergebnis und Sensitivitätsanalyse

5.2.1 Basisergebnis

Die Berechnung des Basisergebnisses basiert auf den im Kapitel 4.8.2 im Überblick dargestellten Annahmen und Berechnungsgrundlagen, wobei die getroffenen Annahmen und Überlegungen aufgrund der zum Teil nicht zu vermeidenden Subjektivität durchaus kritisch zu hinterfragen sind und entsprechend in den Ausführungen des Kapitels 5.1 diskutiert werden.

In diversen gesundheitsökonomischen Evaluationen, auch beispielsweise bei der Bewertung des europäischen Projektes „eCall/ E-MERGE“ [Abele 2005, S.105ff.], wird der Nutzen der betrachteten medizinischen Maßnahme oder Technologie in Form der möglichen Kosteneinsparpotentiale berücksichtigt, nicht jedoch in Form von direkten oder indirekten Nutzenparametern (Kapitel 3.2.6). Daher werden in der vorliegenden gesundheitsökonomischen Evaluationen sowohl auf der Kostenseite die Kosteneinsparpotentiale durch die Reduzierung der Personenschäden und die Verbesserung der Rettungsdienststrukturen als auch auf der Nutzenseite die jeweils relevanten Nutzenparameter einbezogen [Burchert 1998, S.10].

5.2.2 Sensitivitätsanalyse

Unter „Sensitivitätsanalysen versteht man die Überprüfung von Alternativen (...) auf ihre Robustheit gegenüber Änderungen einzelner Parameterwerte oder Gruppen von Parameterwerten“ [Greiner 1999, S.71ff.]. Hieraus ist zu entnehmen, dass man entweder einzelne Parameterwerte verändert oder ganze Szenarien von Einflussfaktoren modifiziert, um die Auswirkungen auf das Ergebnis zu analysieren.

In der vorliegenden gesundheitsökonomischen Evaluation werden multivariate Sensitivitätsanalysen durchgeführt, die auch in der Literatur präferiert werden [Greiner 2002A, S.226]. Obwohl die Interpretation der Ergebnisse aufgrund der Vielzahl der Veränderungen schwierig sein kann, wird dieses Vorgehen gewählt, um im Rahmen eines optimistischen und eines pessimistischen Szenarios die Realisierungschancen des Einsatzes des Telemedizinssystems zu untersuchen. Sowohl die Festlegung, dass zwei Szenarien betrachtet werden, als auch die Auswahl der zu variierenden Parameter in den beiden Szenarien, kann kaum ohne Subjektivität erfolgen, wobei der Vergleich des „best guess scenario“ mit dem „best case scenario“ und dem „worst case scenario“ durchaus üblich ist. Alternativ hätten auch einzelne Modellparameter verändert und deren Einfluss auf das Studienergebnis untersucht werden können. Diese Vorgehensweise wird unter anderem aus Komplexitäts- und Transparenzgründen nicht gewählt, allerdings werden ausgewählte

Einzelveränderungen aufgrund der Variation maßgeblicher Einflussfaktoren im *Kapitel 4.10.3* dargestellt.

Bei der Festlegung der Größenordnung der Variationen ist ebenfalls ein gewisses Maß an Subjektivität nicht zu vermeiden, wobei sachlich begründete Bandbreiten mit realitätsnahen Verteilungsannahmen herangezogen werden. Eine einheitliche und pauschale Variation aller Annahmen um einen festzulegenden Prozentsatz ist aufgrund der potentiell unterschiedlichen Streuung der Variablen kaum angemessen [Greiner 2002A, S.225].

Sämtliche Unsicherheiten in Bezug auf die getroffenen Annahmen können auch durch Sensitivitätsanalysen nicht vermieden werden, allerdings soll die gewählte vorliegende Vorgehensweise eine häufig auftretende Kritik vermeiden, dass Ergebnisse der Studien durch nicht verifizierbare Daten „schöngerechnet“ werden [Greiner 2002A, S.223].

5.3 Diskussion der Ergebnisse des Szenarienvergleiches

5.3.1 Kosten- und Nutzensausprägungen und Kosten-Wirksamkeits-Quotienten

5.3.1.1 Diskussion der Ausprägungen in den Szenarien

Aus Sicht der Gesellschaft zeichnet sich der Einsatz des Telemedizinssystems für alle drei betrachteten Szenarien maßgeblich dadurch aus, dass

- die Systemkosten die möglichen Kosteneinsparungen um ein Vielfaches übersteigen,
- das wesentliche Kosteneinsparungspotential in der Reduzierung der Personenschäden liegt und die Auswirkungen der Strukturverbesserungen quasi zu vernachlässigen sind und
- sich die Kosteneinsparungen im Bereich der Personenschäden durch die Reduzierung der Verkehrstoten aufgrund des Einsparpotentials und durch die Senkung der Schwerverletzten zusätzlich aufgrund der Anzahl der betroffenen Personen realisieren lassen.

Bei der Analyse der Kosten- und Nutzensausprägungen fallen für die drei Ausstattungsvarianten in den drei Szenarien die durchaus enormen Spannbreiten der Einzelausprägungen auf. So entstehen der Gesellschaft je nach Ausstattungsvariante und Szenario Gesamtkosten in Höhe von 1,69-37,67 Mrd. €, der Nutzen reicht von 771 bis 262.840 gewonnenen Lebensjahren (*Kapitel 4.10.2*). Analog ergeben sich Kosten pro gewonnenem Lebensjahr von 13.725 € bis 3 Mio. € (*Kapitel 4.10.1*). Diese Spannbreiten hängen mit den Annahmenvariationen der Sensitivitätsanalyse und den unterschiedlichen Kosten- und Nutzensausprägungen der Ausstattungsvarianten zusammen, geben allerdings einen Eindruck, welches Potential mit dem Einsatz des Telemedizinssystems verbunden ist und ermöglichen Rückschlüsse auf maßgebliche Einflussfaktoren zur Gestaltung des Ergebnisses. Beispielsweise sind Kosten für ein gewonnenes Lebensjahr im „worst case scenario“ von drei Mio. € ziemlich illusorisch, wohingegen sicherlich jedes potentielle Unfallopfer bereit ist, wenn es denn entscheiden könnte, analog des „best case scenario“ hierfür 13.725 € zu bezahlen. Auch mögliche Gesamtkosten des „best guess scenario“ in Höhe von 37,67 Mrd. € sind für einen einzigen

Kostenträger (zum Beispiel Staat) absolut nicht darstellbar und bedürfen einer interessenorientierten Aufteilung.

Für die Krankenkassen ergeben sich für den Einsatz des Telemedizinssystems in den drei Szenarien vergleichbare Ergebnisse wie aus Sicht der Gesellschaft. Festzuhalten ist, dass das Einsparpotential für die Krankenkassen aufgrund der Reduzierung der Personenschäden und der Strukturverbesserungen beispielsweise im Basisergebnis im ersten Jahr je nach Ausstattungsvariante 6,3-11,9 Mio. € beträgt, wohingegen die angenommene Beteiligung an den Systemkosten bei einem Vielfachen davon liegt (*Kapitel 4.8.3.1*). Obwohl die Systemkosten über alle drei Szenarien gemäß der getroffenen Annahmen deutlich niedriger sind als aus Gesellschaftssicht, ist es augenscheinlich, dass die Krankenkassen für den Einsatz des Telemedizinssystems mehr bezahlen, als sie damit an Kosten einsparen. Dementsprechend nachvollziehbar ist auch die durchaus grundsätzliche kritische Einstellung der Krankenkassen gegenüber Telemedizin- beziehungsweise Telematik-Anwendungen [*Gemünden 2005*], zum Teil bereits in der Evaluationsphase [*Heckenstaller 2003, S.40*]. Vergleich man allerdings über die drei Szenarien beispielsweise den Kosten-Wirksamkeits-Quotienten der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ für die Reduzierung eines Verkehrstoten, der zwischen 116.009 € und 43,44 Mio. € liegt (*Kapitel 4.10.1*), dann kann man sich durchaus vorstellen, dass Krankenkassen entweder aus sozialer Verantwortung oder aus Marketinggründen gerade im „best case scenario“ den Einsatz des Telemedizinssystems unterstützen und befürworten.

5.3.1.2 Gegenüberstellung der Ergebnisse mit Kostenberechnungen von vergleichbaren beziehungsweise ergänzenden Ansätzen

Einführung von Unfalldatenschreibern

Im Jahr 2000 wird die Wirtschaftlichkeit einer Unfalldatenschreiber-Einführung in Form einer Kosten-Nutzen-Analyse anhand der Verkehrsstatistiken für 1998 untersucht. Es wird dabei davon ausgegangen, dass durch die UDS – neben einer vereinfachten Schuldauflärung bei Unfällen und einer detaillierten Analyse von bislang schwer rekonstruierbaren Unfallabläufen – eine Präventionswirkung erzielt wird, die Pkw-Fahrer vorsichtiger beziehungsweise regelorientierter fahren, dadurch Unfälle vermieden und die Unfallfolgen reduziert werden können [*Harms 2003, S.Z1*]. Für die Untersuchung wird eine flächendeckende Einführung für alle zugelassenen Fahrzeuge angenommen. Kosten entstehen für die Geräte und deren Einbau und durch laufende Kosten (Service etc.). Im Jahr der Einführung wird mit Kosten für die Erstausrüstung in Höhe von 18,4 Mrd. € kalkuliert, die jährlichen laufenden Kosten liegen bei 722 Mio. €. Auf der Nutzenseite wird mit einem Rückgang der selbstverschuldeten Unfälle von 13-30% gerechnet. In drei Szenarien wird ein jährliches Kosteneinsparvolumen von 3,4-7,1 Mrd. € errechnet. Über den Zeithorizont von zehn Jahren wird ein positives unverzinstes Nutzen-Kosten-Verhältnis ausgewiesen [*Harms 2003, S.20ff.*].

Aufgrund einer Untersuchung zur Wirksamkeit und Akzeptanz von UDS im privaten Individualverkehr wird dem UDS eine signifikante Prävention im Sinne der Unfallverhütung abgesprochen [Harms 2003, S.163ff.]. Darüber hinaus erscheinen auch die weiteren Annahmen zur Analyse sehr optimistisch und sind durchaus kritisch zu sehen [Harms 2003, S.23].

Nichtsdestotrotz zeigt diese Analyse zumindest in Bezug auf die Kostenermittlung – es werden keine direkten oder indirekten Nutzenparameter erfasst – dass sich die ermittelten Kosten für die Ausstattungsvarianten des Telemedizin systems in eine vergleichbare Kostenausprägung einsortieren lassen. Allerdings wird das dargestellte Kosteneinsparpotential durch UDS als zu optimistisch eingeschätzt und kann in keinem der drei betrachteten Szenarien des Einsatzes des Telemedizin systems bestätigt werden.

Kostenkalkulation des Projektes „eCall/ E-MERGE“

Die Kostenkalkulationen des Projektes beziehen sich auf eine geplante Reduzierung von 2.000 Verkehrstoten im Jahr in der EU mit 15 Mitgliedsstaaten (Kapitel 4.6.3.1). Dabei wird davon ausgegangen, dass das „eCall-System“, das in seiner Funktionalität im wesentlichen der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ des Telemedizin systems entspricht, 5% der Verkehrstoten und 10% der Schwerverletzten reduziert. Die durch die Verringerung der Personenschäden prognostizierte Kostensenkung liegt bei jährlich 3-5 Mrd. €. Dem gegenüber stehen erwartete Kosten in Höhe von 20 Mrd. €, so dass mit einer Pay-back Periode von circa vier Jahren gerechnet wird [E-MERGE 2004, S.49].

Im Rahmen einer Kalkulation für die Einführung des „eCall-Systems“ in der EU mit 25 Mitgliedsstaaten werden ein optimistisches und ein pessimistisches Szenario miteinander verglichen. Pro Jahr wird mit einer möglichen Kosteneinsparung durch die Verringerung der Verkehrstoten beziehungsweise Schwerverletzten und die Reduzierung der Stauzeiten aufgrund von Verkehrsunfällen in einer Größenordnung von 5,8-25,9 Mrd. € gerechnet. Die Kosten, die dabei entstehen, werden mit jährlich 4,6-3,0 Mrd. € prognostiziert und somit haben beide Szenarien ein deutlich positives Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,3 beziehungsweise 8,5 [Abele 2005, S.105ff.].

Die Darstellung dieser beiden Kostenkalkulationen für das Projekt „eCall“ zeigt, dass sich auch in diesen Berechnungen durchaus enorme Spannweiten für die Kostenausprägungen ergeben. Leider liegen keine detaillierten Berechnungsgrundlagen und Aussagen zu den getroffenen Annahmen vor, so dass ein Vergleich dieser Zahlen mit dem Einsatz der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ des Telemedizin systems nicht möglich ist. Allerdings deutet eine Gegenüberstellung darauf hin, dass einerseits die Kostenseite von „eCall“ zu niedrig eingeschätzt, andererseits das mögliche Kosteneinsparpotential deutlich überschätzt wird.

5.3.2 Gegenüberstellung der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten des Telemedizinsystems mit alternativen Maßnahmen und Technologien

Kosten-Wirksamkeits-Analysen können aufgrund des spezifischen Studiendesigns nur innerhalb einer Indikation verglichen werden. Entsprechend sind nur innerhalb dieses Studiendesigns die medizinischen Ergebnisgrößen aussagekräftig (*Kapitel 4.1.2*). Dies gilt genauso für die vorliegende Kosten-Wirksamkeits-Analyse des Telemedizinsystems und folglich wird kein Vergleich durchgeführt. Trotzdem werden nachfolgend Ergebnisse einer Kosten-Nutzen-Bewertung von Maßnahmen der Verkehrssicherheit und ausgewählter Kosten-Nutzen-Analysen aus der Gesundheitsökonomie dargestellt, um einen Eindruck zu gewinnen, in welchen Größenordnungen sich die dabei ermittelten Kosten-Wirksamkeits- beziehungsweise Kosten-Nutzwert-Quotienten bewegen.

Kosten-Nutzen-Bewertung von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit

Im Jahr 1967 werden im Auftrag des VDA im Rahmen eines Forschungsvorhabens zur Verbesserung der Verkehrssicherheit von Pkws verschiedene Sicherheitsprogramme im Bereich des Straßenverkehrs mittels Kosten-Nutzen-Analysen untersucht [*Niklas 1970, S.32ff.*]. In der nachfolgenden Tabelle ist für ausgewählte Maßnahmen der Nutzen je 1 Mio. € und der sich daraus ergebende Kosten-Nutzen-Faktor abgebildet.

Tabelle 77: Nutzen und Kosten-Nutzen-Faktor von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit [Niklas 1979, S.32ff.]; Umrechnung von DM in € (Umrechnungsfaktor: 1,95583)

Maßnahme	Reduzierung je 1 Mio. €			Spezieller Kosten-Nutzen-Faktor		
	Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte	Getötete	Schwer-verletzte	Leicht-verletzte
Ausstattung jedes Pkws mit vier Sicherheitsgurten; Anlegequote 100%	23,6	206,1	573,0	42.396 €	4.852 €	1.745 €
Ausstattung jedes Pkws mit zwei Sicherheitsgurten; Anlegequote 30%	10,5	92,1	256,0	94.859 €	10.860 €	3.907 €
Serienmäßiger Einbau von sitzfesten Kopfstützen	0,6	6,8	27,0	1.763.075 €	146.502 €	37.077 €
Rettung von Unfallverletzten durch Notarzt-Hubschrauber	59,6	-	-	16.769 €	-	-
Periodisch wiederkehrende Verkehrserziehung für Führerscheininhaber	5,1	43,3	98,0	194.408 €	23.114 €	10.201 €

Anhand dieser Ergebnisse ist erkennbar, dass sich die Kosten-Nutzen-Faktoren zwischen den verschiedenen Maßnahmen deutlich unterscheiden, die Maßnahmen mittlerweile allerdings zum größten Teil realisiert worden sind. Vergleicht man beispielsweise die Analyseergebnisse zur

Ausstattung mit Sicherheitsguten so ist festzustellen, dass mit dem serienmäßigen Einbau von Sicherheitsgurten und der Gurtanlegepflicht im Jahr 1984 die Zahl der Getöteten im Straßenverkehr drastisch gesenkt werden konnte (*Abbildung 2*). Folglich sind die finanziellen Mittel investiert worden, um die Nutzenpotentiale durch diese Maßnahme zu heben.

Entsprechend der Ergebnisse der vorliegenden Kosten-Wirksamkeits-Analyse kann aus dieser Gegenüberstellung geschlussfolgert werden, dass es verschiedenste Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit gibt und dass es eine Frage der Kosten- und Nutzenbewertung ist, welche Maßnahmen umgesetzt werden. Und dies gilt folglich auch für den möglichen Einsatz des Telemedizinsystems, das sich gegenüber alternativen Möglichkeiten zur Reduzierung der Getöteten und Schwerverletzten bei Verkehrsunfällen in der Theorie, aber auch vor allem in der Praxis „durchsetzen“ muss.

Kosten-Nutzwert- und Kosten-Wirksamkeits-Quotienten medizinischer Maßnahmen und Technologien

Manchmal werden in medizinischen Zeitschriften so genannte „QALY-Ranglisten“ publiziert, in denen als Kosten-Nutzwert-Quotienten die Kosten pro QALY (*Kapitel 3.1.2*) der verschiedenen medizinischen Maßnahmen und Technologien miteinander verglichen werden. Diese „Hitlisten“ sind jedoch sehr kritisch zu beurteilen, da die Studien zu unterschiedlichsten Rahmenbedingungen durchgeführt worden sind. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht dargestellt, die die Kosten eines zusätzlichen QALYs aufführt.

Tabelle 78: League-Tabelle der Kosten eines zusätzlichen QALYs [Schöffski 2002B, S.378]

Maßnahme	Gegenwartswert der Kosten (in £ 1990)
Neurochirurgischer Eingriff bei einer Kopfverletzung	240 £
Schrittmacherimplantation	1.100 £
Nierentransplantation	4.710 £
Herztransplantation	7.840 £
Koronare Bypass-Operation wegen leichter Angina pectoris	18.830 £
Neurochirurgischer Eingriff bei bösartigen intrakraniellen Tumoren	107.780 £

In einigen Ländern gibt es zur Bewertung von medizinischen Maßnahmen und Arzneimitteln Vorgaben, welche „Nützlichkeit“, gemessen in QALYs, erzielt werden muss. Liegen die Kosten eines QALYs unter einer kritischen Grenze, so werden die Kosten von der Krankenkasse oder dem Staat ohne größere Diskussionen übernommen. Liegen sie deutlich darüber, so wird die Leistung von der Krankenkasse nicht mehr vergütet. In den USA liegt die kritische Grenze bei 50.000 US\$ pro QALY, in Großbritannien legt das Institut NICE des NHS die Grenze bei 30.000 € fest. Darüber hinaus wurden in der Literatur „vor einiger Zeit Maßnahmen, deren Kosten bei unter 20.000 US\$ pro QALY liegen, als

effizient, zwischen 20.000 und 100.000 US\$ als diskutabel und bei über 100.000 US\$ als fragwürdig angesehen. Diese vor über 20 Jahren genannten Werte müssen sicherlich an die heutigen Verhältnisse angepasst werden, geben aber ungefähr eine Vorstellung von der Größenordnung. Eine andere häufig verwendete Bezugsgröße sind die Kosten pro QALY für Dialysebehandlungen, da diese weit verbreitet sind und als relativ kostenaufwendig gelten. Die Relation von Kosten und QALYs einer Innovation sollte demzufolge nicht über diesem Wert liegen, um noch als akzeptable Kosteneffektivität zu gelten“ [Schöffski 2002B, S.376].

In der gesundheitsökonomischen Evaluation des Telemedizinsystems werden keine QALYs berücksichtigt, da keine Aussagen zur Lebensqualität von potentiell geretteten Unfallopfern vorliegen. Daher werden für eine Gegenüberstellung weitere ausgewählte Ergebnisse von Kosten-Wirksamkeits-Analysen mit dem Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahre“ angeführt, um einen Eindruck zu gewinnen, welche Größenordnung die Kosten-Wirksamkeits-Quotienten für medizinische Maßnahmen annehmen können. Beispielsweise wird bei einer Lebertransplantation gemäß der hierbei getroffenen Annahmen mit Kosten pro gewonnenem Lebensjahr im zehnten Jahr von 42.728 € kalkuliert [Greiner 1999, S.255]. Bei der Analyse der Kosteneffektivität von Atorvastatin zur Prävention der koronaren Herzkrankheit ergibt sich, dass 10.012 € pro gewonnenem Lebensjahr eingesetzt werden müssen [Szucs 2004, S.1420]. Eine Untersuchung zur Kosteneffektivität der Amlodipinbesilat-Behandlung in Deutschland kommt zu dem Ergebnis, dass pro gewonnenem Lebensjahr circa 4.500 € aufgewendet werden müssen [Szucs 2003, S.244].

Anhand dieser Beispiele sieht man, dass, soweit eine Vergleichbarkeit der gesundheitsökonomischen Evaluationen gewährleistet ist, eine rationale Entscheidung für einen effizienten Mitteleinsatz getroffen werden kann. Folglich konkurriert das Telemedizinsystem zunächst einmal gegen jede medizinische Maßnahme und Technologie und wird sich nur dann durchsetzen, wenn entweder die Kosten-Wirksamkeit die Entscheider überzeugt oder die entsprechenden Interessengruppen die Umsetzung fördern und aktiv mitgestalten.

5.4 Ausgestaltungsempfehlungen für ein Telemedizinsystem und Diskussion der Realisierungschancen

Auf der Basis der Ergebnisse der vorliegenden Kosten-Wirksamkeits-Analyse (Kapitel 4) und der vorausgegangenen Diskussion (Kapitel 5) werden Ausgestaltungsempfehlungen entwickelt und diskutiert, die bei einer Realisierung des Telemedizinsystems von Bedeutung sein werden. Die Empfehlungen beziehen sich auf eine denkbare, realitätsnahe Ausgestaltung des Einsatzes des Telemedizinsystems in Deutschland, wobei augenscheinlich ist, dass es ein breites Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten gibt. Entsprechend wird nachfolgend eine subjektive, aber möglichst nachvollziehbare Ausgestaltungsempfehlung vorgenommen. Bei diesen Empfehlungen wird von der Prämisse ausgegangen, dass das Telemedizinsystem einen signifikant messbaren Nutzen erzielt und dass, entsprechend der Überlegungen in der EU (Kapitel 1.4), der politische und gesellschaftliche Wille vorhanden ist, die Verkehrssicherheit durch den Einsatz von Telemedizin zu verbessern.

Hierfür werden zunächst die Grundvoraussetzungen für den Einsatz eines Telemedizinssystems in Deutschland dargestellt. Aufbauend auf den Ergebnissen des Vergleiches der drei betrachteten Szenarien (*Kapitel 4.10*) werden Fragen der Finanzierung (Kostenaspekte) und der technischen Ausgestaltung (Nutzenaspekte) diskutiert, die als wesentliche Stellschrauben für ein realitätsnahes Umsetzungsmodell identifiziert worden sind. Abschließend wird in einem Fazit ein Ausblick in die Zukunft vorgenommen.

5.4.1 Grundvoraussetzungen

Telemedizin-Anwendungen zeichnen sich häufig dadurch aus, dass die technischen Probleme und Herausforderungen größtenteils gelöst sind, jedoch vor allem auf der organisatorisch-rechtlichen und ökonomischen Seite die Rahmenbedingungen für eine Realisierung gestaltet werden müssen [Beach 2001, S.216; Dietel 2001, S.1ff.; Hensel 2003, S.30; Jäckel 2004, S.8; Schmiedel 2002, S.404]. Für den Einsatz des Telemedizinssystems gilt dies entsprechend. So liegt trotz des visionären Ansatzes bereits eine technische Konzeption des Systems vor (*Kapitel 2*) und zum Teil sind Einzelkomponenten schon in vergleichbaren Telemedizinanwendungen im Praxiseinsatz beziehungsweise befinden sich in der Umsetzung.

Handlungsbedarf wird vor allem auf der organisatorischen und rechtlichen Seite gesehen. In der nachfolgenden Tabelle werden exemplarisch ausgewählte Themengebiete aufgelistet, die zwingend vor der Realisierung telemedizinischer Lösungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit geregelt sein müssen. Die Aufgabenfelder werden an dieser Stelle nicht vertieft und sollen lediglich einen Überblick geben. In diesem Zusammenhang wird erwartet, dass die Entwicklungen auf europäischer Ebene die Schaffung der entsprechenden Grundvoraussetzungen und Rahmenbedingungen beeinflussen und beschleunigen werden [Dierks 2002, S.212].

Tabelle 79: Grundvoraussetzungen für den Einsatz des Telemedizinssystems [Burchert 1998, S.27ff.; Dierks 2001, S.1ff.; Dierks 2004, S.274ff.; Feussner 2003, S.49; Gründel 2003, S.26ff.; Hufnagl 2004, S.48ff.; Pietzsch 2001, S.49ff.; Roland Berger 1997]

Grundvoraussetzungen	Ausgewählte Fragestellungen
Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Unterliegt die ärztliche Anleitung der Laienhelfer dem Verbot der ausschließlichen Fernbehandlung? • Ist der Datenschutz zum Beispiel für sensible Patientendaten oder im Bereich der Bildarchivierung gewährleistet? • Sind die Haftungsfragen und juristischen Verantwortlichkeiten beispielsweise eines Telekonzils geklärt (zum Beispiel berufsrechtliches Schweigegebot)? • Sind die Vertragsverhältnisse der beteiligten Partner geregelt?
Klärung der Vergütung	<ul style="list-style-type: none"> • Ist eine Leistungsabrechnung der beteiligten Ärzte möglich? • Wer ist Schuldner und Gläubiger des Vergütungsanspruches? • Ist eine Finanzierung durch die Krankenkassen möglich?
Klärung der organisatorischen Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Wie können die organisatorischen Rahmenbedingungen auf Seiten der Rettungsleitstellen, Rettungsdienste und Automobilhersteller geschaffen werden?

	<ul style="list-style-type: none"> • Wer übernimmt die telematische Übermittlung der Unfalldaten und die telemedizinische Anleitung der Laienhelfer? • Ist eine bundes- beziehungsweise europaweite Umsetzung möglich?
Klärung der technischen Umsetzbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Können technische Standards für Telemedizinsysteme entwickelt und durchgesetzt werden, um beispielsweise fehlende Interoperabilität zu vermeiden? • Welche Übertragungstechnologien können zukünftig für das Telemedizinsystem eingesetzt werden? • Welche Möglichkeiten ergeben sich aus technischen Weiterentwicklungen, zum Beispiel Kombination des Telemedizinsystems mit telematischen Diensten?
Klärung der Verantwortlichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Wer ist für die Umsetzung des Einsatzes des Telemedizinsystems zuständig/ davon betroffen? • Können die Krankenkassen für Investitionen in eine telemedizinische Infrastruktur verpflichtet werden?

5.4.2 Finanzierung des Telemedizinsystems

Gewährleistung einer hohen Marktdurchdringung

Wie im Rahmen der Interpretation maßgeblicher Einflussfaktoren identifiziert (*Kapitel 4.10.3*), ist aus Kostengesichtspunkten der zentrale Ansatzpunkt für eine Realisierung des Einsatzes des Telemedizinsystems die Sicherstellung einer hohen und schnellen Marktdurchdringung. Dies kann einerseits dadurch erreicht werden, dass der Einbau des Systems in alle neu zugelassenen Fahrzeuge (und eventuelle Nachrüstungen) gesetzlich vorgeschrieben wird. Es ist allerdings davon auszugehen, dass eine gesetzliche Bestimmung zum verpflichtenden Einbau eines Telemedizinsystems ein langwieriger und komplexer Prozess ist, der nicht nur deutsches, sondern auch europäisches Recht betrifft und diese Möglichkeit wird an dieser Stelle nicht weiter vertieft.

Alternativ kann die Marktdurchdringung durch eine entsprechende Preisgestaltung des Telemedizinsystems beeinflusst werden. Wird das Telemedizinsystem dem Pkw-Halter als Endkunden „vergleichsweise“ günstig angeboten und kann der Nutzen des Systems überzeugend dargestellt und kommuniziert werden, dann ist davon auszugehen, dass sich dadurch eine maßgebliche Erhöhung des Marktanteils stimulieren lässt. Für die Preisgestaltung sind unter anderem die folgenden Maßnahmen denkbar:

- Preisfindung über einen intensiven preisbezogenen Wettbewerb mit vielen Anbietern
- Staatliche Subventionierung der Preise (beispielsweise über Ermäßigungen der Kfz-Steuer)
- Partnerschaftliche Aufteilung der Kosten auf die Interessengruppen, die von der Einführung des Telemedizinsystems profitieren

Gerade letztere Alternative bietet sich beim Einsatz des Telemedizinsystems an. Das System hilft unter medizinischen Gesichtspunkten insbesondere den Unfallopfern (Verbesserung der Versorgungsqualität), kann aber für die Pkw-Halter mit weiteren Services wie Verkehrsinformationen und ortsabhängigen Reiseinformationen verbunden werden, um zusätzlichen Mehrwert für den

Endkunden zu generieren. Darüber hinaus profitieren weitere Interessengruppen von einer Realisierung des Telemedizinssystems [Schmidt 2001, S.354]. So können mit dem System vor allem durch die Reduzierung der Personenschäden aus Sicht der Gesellschaft die volkswirtschaftlichen Kosten und aus Sicht der Kostenträger deren Versicherungsleistungen bei Verkehrsunfällen reduziert werden. Gerade für die Krankenversicherungen gilt es dabei zu klären, ob und wie mögliche Kosteneinsparungen zur Finanzierung des Telemedizinssystems eingesetzt werden können [Heckenstaller 2003, S.39ff.; Kapitel 4.3.2]. Des Weiteren sind für die Gesellschaft Verbesserungen der gesamtwirtschaftlichen Effekte (zum Beispiel Förderung des Technologiestandortes Deutschlands), der gesundheitspolitischen Steuerung (zum Beispiel Qualitätssicherung), der Verteilungsgerechtigkeit (zum Beispiel telemedizinische Diagnose und Therapie) und der wissenschaftlichen Forschung und Ausbildung (zum Beispiel Durchführung hoch spezialisierter Forschung) zu erwarten [Schulenburg 1995, S.82]. Daneben kann der Betrieb der Rettungsleitstellen (Optimierung der Disposition), die Organisation des Rettungsdienstes (Kommunikation mit dem Laienhelfer am Unfallort während der Anfahrtzeit) und die Einbindung der Zielkliniken für einen reibungslosen Übergang in die klinische Versorgung (Information der Zielklinik bezüglich Unfallopfer zur Steigerung der Versorgungsqualität und der Organisationsprozesse) optimiert und somit die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität in der Notfallrettung verbessert werden. Von den neuen Leistungen des Telemedizinssystems wird unter anderem die herstellende Medizintechnikindustrie [Hufnagl 2000, S.798ff.], die einbauende Automobilzulieferindustrie, die für die Sicherstellung des Betriebes verantwortliche Mobilfunkindustrie (Anbieter und Betreiber) und die mit dem System werbende und kundenbindende Automobilindustrie profitieren. Für letztere kann das Telemedizinssystem beispielsweise mit einer Funktionalität zur Fernwartung der Fahrzeugelektrik verknüpft werden. Daneben sind im Umfeld des Telemedizinssystems weitere Telematik-Dienstleistungen und Services denkbar wie beispielsweise Abschleppdienst, Pannenhilfe und Unfalldokumentation, so dass damit zusätzliche Partner wie etwa Automobilclubs oder Kfz-Haftpflichtversicherungen (Reduzierung der Personen- und Sachschäden) gewonnen werden können. So wird für die Haftpflichtversicherungen prognostiziert, dass durch aktives Personenschadenmanagement, das durch die Dokumentationsfunktionalität des Telemedizinssystems unterstützt werden kann, im Einzelfall bis zu 30% der Kosten für Personenschäden und durchschnittlich 5% des Schadensaufwands eingespart werden können [Binder 2002, S.42].

Die Gewährleistung „marktfähiger“ Preise wird dazu führen, dass die Marktdurchdringung steigt und mit der zunehmenden Marktdurchdringung werden die Preise des Telemedizinssystems weiter sinken. Zusätzlich erhöht sich mit der Verbreitung des Systems dessen Wirksamkeit und damit wird einerseits der Absatz des Systems zusätzlich stimuliert und andererseits lassen sich höhere Kosteneinsparungen für ausgewählte Interessengruppen erzielen. Letztere können zum Teil an die Pkw-Halter weiter gereicht werden, um somit die Anschaffungskosten marktfähig zu halten. In der nachfolgenden Abbildung ist dieser Zusammenhang graphisch dargestellt.

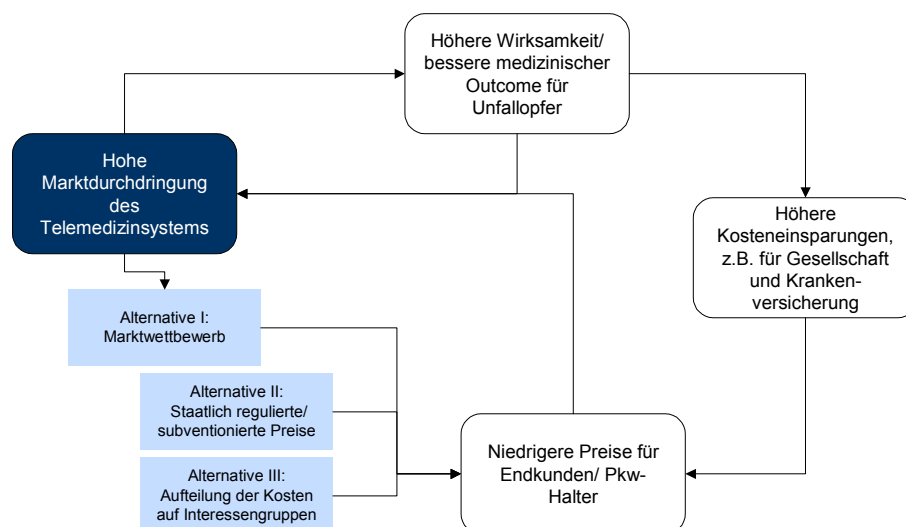


Abbildung 34: Auswirkungen einer hohen Marktdurchdringung für den Einsatz des Telemedizinsystems

Bildung einer Netzwerkallianz

Dass die Zusammenarbeit der relevanten Interessengruppen notwendig ist, zeigt ein Beispiel aus dem Bereich Verkehrssicherheit. Unter Mitwirkung mehrerer Automobilhersteller und Zulieferer wurden in Deutschland und Frankreich funkbasierte Gefahrenwarnsysteme entwickelt (Kosten circa 30-50 € pro Fahrzeug). Im Rahmen der Umsetzungsdiskussion zeichnet sich ab, dass ohne eine geeignete Unterstützung, beispielsweise durch Versicherungen oder die öffentliche Hand, eine Einführung derartiger Systeme trotz des relativ geringen Preises und einer nachweisbar positiven Wirkung bereits bei einem Ausrüstungsgrad von circa 10% aller Fahrzeuge, nur langsam realisierbar sein wird [BVBW 2003, S.20ff.].

Analog dieser Erkenntnisse und der Empfehlungen in der Literatur wird daher für die Realisierung des Einsatzes des Telemedizinsystems der Aufbau einer Netzwerk-Allianz vorgeschlagen (Abbildung 35).

Da es nicht die „eine“ gesellschaftliche Gruppe geben wird, die die Kosten für den Einsatz des Telemedizinsystems übernehmen kann und da die genannten Interessengruppen von dem Einsatz des Telemedizinsystems in unterschiedlicher Weise profitieren, sollen diese auch entsprechend an den Kosten zur Schaffung einer nachhaltigen Marktdurchdringung beteiligt werden. Allerdings wird das Ziel der hohen Marktdurchdringung dazu führen, dass möglichst alle involvierten Interessengruppen an der Realisierung des Telemedizinsystems beteiligt sind. Dies hat zur Folge, dass sich für die einzelnen Vertreter kaum Wettbewerbsvorteile schaffen lassen. Es kann aber nicht das Ziel sein, beispielsweise nur mit einer ausgewählten Krankenkasse zusammenzuarbeiten, die den Service des Telemedizinsystems ihren Mitgliedern anbietet, da damit die schnelle und hohe Marktdurchdringung nicht erreicht werden kann.

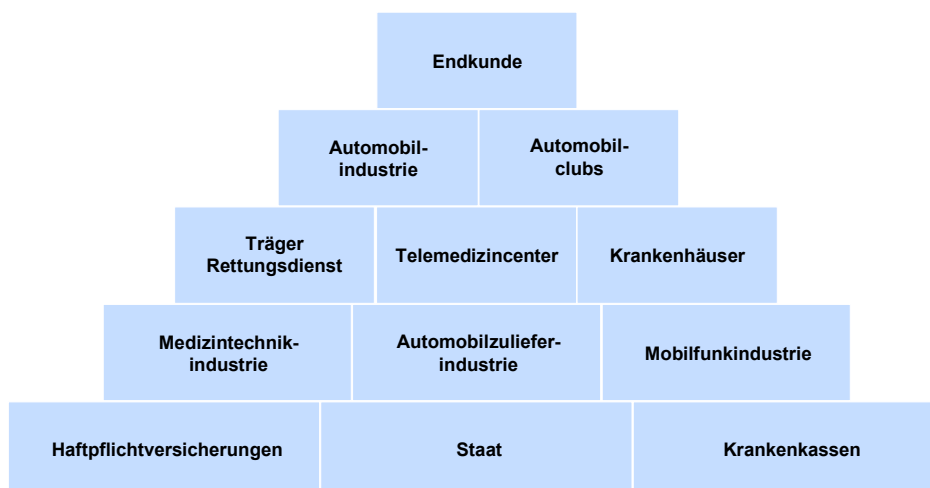


Abbildung 35: Vorschlag für Gestaltung einer Netzwerk-Allianz zur Realisierung des Telemedizinssystems
[in Anlehnung an Dodel 2002, S.21]

Ausgestaltung der Finanzierung des Telemedizinssystems

Im Hinblick auf eine hohe Marktdurchdringung und die Bildung einer Netzwerk-Allianz wird unter Kostengesichtspunkten folgendes theoretisches Umsetzungsmodell vorgeschlagen.

Tabelle 80: Ausgestaltungsempfehlungen aus Kostengesichtspunkten

Parameter	Spezifizierung	Ausgestaltung
Systemkosten	Anschaffungskosten Telemedizinssystem	Pkw-Halter tragen einen Teil der Anschaffungskosten selbst (profitieren aus medizinischer Sicht direkt; Wertsteigerung Pkw)
		Systemteilsubventionierung durch Interessengruppen, die vom Nutzen direkt profitieren (Reduzierung Personenschäden und Strukturkosten): unter anderem Staat, Krankenkassen, Haftpflichtversicherungen
		Kostenbeiträge/ Teilsubventionierung der am Einsatz direkt beteiligten Dienstleistungsunternehmen: unter anderem Automobil-, Automobilzuliefer-, Mobilfunk-, Medizintechnikindustrie
		Kostenbeiträge/ Teilsubventionierung von Dienstleistungsunternehmen, die zusätzliche kostenpflichtige Services mit dem Einsatz des Telemedizinssystems anbieten: zum Beispiel Automobilclubs
	Monatliche Benutzergebühren für Betriebskosten und Serviceprovider	Pkw-Halter
Kosten der Personenschäden	Staat und Träger der Unfallkosten profitieren von der Wirksamkeit des Telemedizinssystems	Kosteneinsparungen werden für Systemteilsubventionierung aufgewendet

Strukturkosten im Rettungsdienst	Staat und Träger der Unfallkosten profitieren von der Wirksamkeit des Telemedizinssystems	Kosteneinsparungen werden für Systemteilsubventionierung aufgewendet
----------------------------------	---	--

Ein wesentlicher Bestandteil dieses Ansatzes ist die Beteiligung des Endkunden und potentiellen Unfallopfers an den Systemkosten. Diese Beteiligung ist aus einer ex-ante-Perspektive als Option für den Einsatz des Telemedizinssystems zu verstehen und hat damit „Versicherungscharakter“ [Brinkmann 2002, S.68]. Dass die Pkw-Halter durchaus bereit sind, sich an diesen Kosten zu beteiligen, zeigt einerseits eine Befragung Anfang des Jahres 2005 von circa 130 Personen zu ihrer Zahlungsbereitschaft für das fiktive Telemedizinssystem in der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“. 45% der befragten Personen können sich vorstellen, bis zu 500 € und weitere 8% bis zu 1.000 € für das System beim Neuwagenkauf zu bezahlen. 34% der befragten Personen erklären ihre Bereitschaft für eine jährliche Benutzergebühr von bis zu 50 € und 24% von bis zu 100 € [Issing 2005]. Andererseits wird im Rahmen der Konzeption „E-MERGE“ (vergleichbar mit der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“) im Jahr 2002 ermittelt, dass 45% der befragten Personen einen Preis von bis zu 200 € für akzeptabel halten, weitere 20% würden einen Preis bis zu 300 € akzeptieren. Eine jährliche Benutzergebühr in Höhe von bis zu 60 € ist für 52% der befragten Personen vorstellbar [E-MERGE 2002, S.15ff.].

Im Rahmen eines Systemtechnik-Projektes der Technischen Universität Berlin und der Charité - Universitätsmedizin Berlin sind im Dezember 2004 ausgewählte Vertreter der Automobilindustrie, Mobilfunkbetreiber und Krankenversicherungen hinsichtlich eines möglichen Einsatzes des Telemedizinssystems befragt worden [Steffens 2005]. Alle drei Interessengruppen zeigen sich diesen telemedizinischen Entwicklungen gegenüber durchaus sehr aufgeschlossen und bestätigen, dass sie zum Teil bereits an Entwicklungen beteiligt sind beziehungsweise eigene Projekte vorantreiben. Federführend ist hier die Automobilindustrie und quasi jeder Automobilhersteller hat beziehungsweise hatte bereits ein Notrufsystem im Angebot: Daimler Chrysler - TELE AID; Audi - telematics, BMW - BMW Assist, Opel - OnStar SOS Service Call, Porsche - Porsche Communication Management, Peugeot - NAVTECH ON BOARD, Fiat/ Lancia - Connect, Citroen - Telem@tik PLUS [http://www.vdma.de]. Darüber hinaus ist beispielsweise Daimler Chrysler und Fiat am Projekt „AIDER“ beteiligt, das innovative Telematik-Anwendungen zur automatischen Unfallerkennung in Insassenrettung untersucht und damit im wesentlichen mit der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ des Telemedizinssystems vergleichbar ist [http://www.ika-rwth-aachen.de]. Auch die Mobilfunkbetreiber befassen sich mit dem Thema Telematikdienste bereits ausführlicher und so bietet die T-Mobile Traffic GmbH als Tochter der T-Mobile International AG Services in den Bereichen Info, Route, Guide, Scout und Safety an [http://www.t-traffic.de]. Die Allianz AG als Haftpflicht- und private Krankenversicherung engagiert sich im Projekt „GST RESCUE“, das die Verbesserungspotentiale im Informationsfluss und der organisatorischen Maßnahmen der Rettungskette unter Einbeziehung telemedizinischer Anwendung untersucht [http://www.gstforum.org]. Auch der ADAC als Deutschlands

größter Automobilclub bietet seinen circa 15 Mio. Mitgliedern Telematik-Dienstleistungen in Form von Verkehrsinformations- und Hilfeservice an [<http://www.adac.de>].

Diese Darstellung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, gibt jedoch einen Überblick und zeigt, dass verschiedene Interessengruppen bereits intensiv an diversen telematischen beziehungsweise telemedizinischen Lösungen arbeiten. Sollte es gelingen, diese verschiedensten Ansätze und die damit verbunden divergierenden Interessenlagen zu bündeln beziehungsweise zu einem Gesamtkonzept zu integrieren, dann käme dies der beschriebenen Ausgestaltungsempfehlung einer Netzwerk-Allianz für den Einsatz des Telemedizinsystems bereits sehr nahe.

5.4.3 Ausgestaltung des Telemedizinsystems unter Nutzenaspekten

Unter Nutzensgesichtspunkten gilt es, den medizinischen Nutzen, der mit dem Einsatz des Telemedizinsystems verbunden ist, zu maximieren. Hierfür werden zwei wesentliche Ansatzpunkte identifiziert.

Zum einen kann der Nutzen für das potentielle Unfallopfer dadurch gesteigert werden, dass eine hohe Marktdurchdringung des Telemedizinsystems erreicht wird (*Kapitel 5.4.2*) Ist der Pkw-Halter vom Nutzenpotential des Systems überzeugt, wird er sich dieses – unter der Voraussetzung marktfähiger Preise – anschaffen. Er wird im Falle eines eigenen Unfalls erwarten, dass das Telemedizinsystem mit der Systemkomponente „Automatische Unfallmeldung“ das therapiefreie Intervall verkürzt und er wird darauf spekulieren, dass Laienhelfer mit seinem oder deren eigenen System mit der Systemkomponente „Telemedizin für Laienhelfer“ Erste-Hilfe-Maßnahmen durchführen. Dies ist umso wahrscheinlicher und medizinisch effizienter, je größer die Marktdurchdringung ist und entsprechend schließt sich der Kreis in Bezug auf die Kostenbetrachtung (*Abbildung 34*).

Zum anderen ist der Nutzen maßgeblich davon abhängig, welche Ausstattungsvariante des Telemedizinsystems eingesetzt wird und welches Nutzenpotential die beiden Systemkomponenten des Telemedizinsystems erzielen. Es ist davon auszugehen, dass die Kombination der beiden Systemkomponenten „Automatische Unfallmeldung“ und „Telemedizin für Laienhelfer“ in der „Vollausstattung“ den größtmöglichen Nutzen für den verunfallten Pkw-Halter, aber auch für am Unfallort beteiligte Dritte bietet.

Obwohl die Europäische Kommission mit dem 3. Europäischen Aktionsprogramm die Einführung des „eCall-Systems“ empfiehlt (*Kapitel 1.4*), das im wesentlichen der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ entspricht, wird an dieser Stelle der Einsatz der „Vollausstattung“ des Telemedizinsystems befürwortet. Einerseits ist aus Nutzenmaximierungsgesichtspunkten der direkte medizinische Nutzen für die Unfallopfer größer und gerade mit der Umsetzung der „Vollausstattung“ sind in naher Zukunft weitere Servicefunktionalitäten denkbar, die die Marktdurchdringung des Systems fördern. Andererseits verfolgt die Europäische Kommission mit der vollständigen Umsetzung des „eCall-Systems“ in Europa das Ziel, pro Jahr 2.000 Menschenleben zu retten. Für Deutschland

würde dies auf der Basis der Zahlen für das Jahr 2002 (Basis: EU mit 15 Mitgliedsstaaten und circa 40.000 Verkehrstoten; Annahme: prozentuale Verteilung) eine anteilige Verringerung um circa 17% und damit eine Reduzierung um circa 340 Verkehrstote bedeuten [Abele 2005, S.106]. Vergleicht man diese Anforderungen mit den Ergebnissen des „best guess scenario“ (Kapitel 4.8.3.2), dann ist festzustellen, dass gemäß der getroffenen Annahmen mit der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ im zehnten Jahr bei einer 100%igen Marktdurchdringung die Verkehrstoten um „lediglich“ 201 Personen reduziert werden können. Dagegen überschreitet die Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ im sechsten Jahr (60% Marktdurchdringung) beziehungsweise die „Vollausstattung“ bereits im fünften Jahr die Grenze von 350 zu reduzierenden Verkehrstoten. Entsprechend ist die „Vollausstattung“ in Bezug auf die Kosten-Wirksamkeit der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ deutlich überlegen. In Bezug auf die Laienhilfe wird in der wissenschaftlichen Forschung darauf hingewiesen, dass die Verbesserung der Laienhilfe für die Steigerung des medizinischen Outcomes alleine nicht ausreicht, sondern zusätzlich dafür zu sorgen ist, dass das Notfallrettungspersonal gut ausgebildet ist, aber vor allem schnellstmöglich den Unfallort erreicht [Bartsch 1989, S.81].

5.4.4 Fazit der Ausgestaltungsempfehlungen und Ausblick in die Zukunft

Überlegungen aus Kosten- und Nutzensgesichtspunkten

In Bezug auf den Nutzen wäre es unethisch, ein bestimmtes Nutzenmaß zu definieren, das durch das Telemedizinssystem erreicht werden soll. Dementsprechend müsste an dieser Stelle aus Nutzensgesichtspunkten und unter Einbeziehung der europäischen Zielsetzungen der Einsatz des Telemedizinssystems in der „Vollausstattung“ empfohlen werden.

Unter Kosteneffizienzgesichtspunkten wird bei einer hinreichend partnerschaftlichen Ausgestaltung eines Umsetzungsmodells zwischen den involvierten Interessengruppen der Einsatz des Telemedizinssystems in der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ und in der „Vollausstattung“ grundsätzlich für realistisch und für geeignet gehalten, bei Verkehrsunfällen effizient und wirksam Leben zu retten und die Anzahl der Schwerverletzten zu reduzieren. Voraussetzung hierfür ist die Einigung der Entscheidungsträger auf eine derartige Umsetzung (Bündelung der Interessengruppen), eine Ausgestaltung des Finanzierungsmixes (wer profitiert vom Einsatz und übernimmt folglich einen Finanzierungsbeitrag) und eine entsprechende Festlegung des verfügbaren Investitionsvolumens/ -budgets beziehungsweise der Definition der maximal akzeptablen Kosten pro Ergebniseinheit (zum Beispiel „Gewonnene Lebensjahre“). Wird eine Budgetfestlegung für die Umsetzung des Telemedizinssystems getroffen, dann gilt es aufgrund der dann relevanten Annahmen festzulegen, welche Ausstattungsvariante beziehungsweise Systemkonzeption im Rahmen des finanziellen Spielraums den maximalen Nutzen erzielt und ob gegebenenfalls eine schrittweise Einführung (zunächst „Automatische Unfallmeldung“, anschließend Erweiterung zur „Vollausstattung“) vorgenommen werden soll.

Obwohl die Funktionalität von Notfallsystemen in Pkws und deren Beitrag zur Verkehrssicherheit im Vergleich zu anderen Telematik-Anwendungen (zum Beispiel Kollisions- und Müdigkeitswarnung) von Experten als hoch eingeschätzt wird [Färber 1999, S.28/44], ist es durchaus möglich, dass es alternative technische und medizinische Maßnahmen im Bereich der Verkehrssicherheit gibt, die im Vergleich zum Einsatz des Telemedizin systems nicht nur wirksamer sondern auch einfacher umzusetzen sind. Als Beispiel wären nachhaltige Schulungsmaßnahmen der Führerscheininhaber, alternative technische Einrichtungen in den Pkws zur Vermeidung von Unfällen oder weitere organisatorische oder strukturelle Optimierungen im Bereich des Rettungswesens denkbar.

Vor Abgabe einer Empfehlung, das Telemedizin system gegebenenfalls zu realisieren, sollten zunächst in weiteren Untersuchungen die zum Teil unsicheren Annahmen der vorliegenden Kosten-Wirksamkeits-Analysen beispielsweise in Bezug auf die Nutzenermittlung überprüft und gegebenenfalls verifiziert werden. Hierfür würde es sich anbieten, in Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen der GIDAS-Datenbank eine prospektive Datenerfassung auf der Basis eines spezifischen Abfragedesigns durchzuführen, um so den medizinischen Nutzen des Einsatzes des Telemedizin systems zielgerichtet zu analysieren. Zusätzlich sollten in Zusammenarbeit mit den Trägern im Rettungswesen und den Kostenträger

- die Kostenstrukturen im Rettungsdienst untersucht und transparent dargestellt,
- darauf aufbauend die Optimierungspotentiale (unter anderem Kosteneinsparungen aufgrund von Effizienzsteigerungen) analysiert und
- die notwendigen Änderungen der bestehenden Organisations- und Prozessstrukturen (Tabelle 79) ausgestaltet werden.

Kritisch gesehen wird durchaus, dass das konzipierte Telemedizin system ein „High End“ Produkt ist, dass für bestimmte Nutzergruppen sicherlich nur begrenzt geeignet und einsetzbar ist [Hauß 2000, S.56ff.]. Gerade diese Hemmschwellen gilt es im Rahmen der Systemkonzeption abzubauen und durch eine entsprechende Einfachheit zu vermeiden. Grundvoraussetzung für die Marktreife des Telemedizin systems wird sein, dass sich die Anwendung selbst erklärt und der Nutzen für die Anwender transparent ist. Daher muss im Rahmen von Feldversuchen (Field Research) die Einsatzfähigkeit des Telemedizin systems im Praxistest untersucht werden, wobei neben den medizinischen Gesichtspunkten vor allem Aspekte wie Usability und Bedingungsverständnis im Mittelpunkt stehen sollten.

Darüber hinaus gilt es durch weitere Kosten-Wirksamkeits-Analysen zu ermitteln, ob mögliche finanzielle Mittel im Vergleich zum Einsatz des Telemedizin systems effizienter verwendet werden können. Gegebenfalls könnte ein „Health Technology Assessment“ als Form der Politikfeldanalyse dazu beitragen, die systematisch kurz- und langfristigen Konsequenzen des Einsatzes des Telemedizin systems unter anderem anhand publizierter Studien zu untersuchen [Perleth 2004, S.172ff.]. Hierfür werden zur Ermittlung der verfügbaren wissenschaftlichen Evidenz üblicherweise auch die Bestandteile Sicherheit, Wirksamkeit, Machbarkeit, Indikationsstellung und soziale,

ökonomische und ethische Implikationen berücksichtigt [Perleth 2003, S.12]. Ein HTA könnte die Politik und die Praxis bei einer Entscheidung zur Einführung dieser neuen Technologie unterstützen und gegebenenfalls die Aufnahme in den Leistungskatalog der GKV vorbereiten.

Ausblick in die Zukunft

Dass der Einsatz von Telemedizin zur Verbesserung der präklinischen Notfallrettung mehr ist als nur ein „frommer Wunsch“ zeigen die Aktivitäten von staatlicher Seite in Deutschland. So wird aktuell im Auftrag der BAST eine Evaluation von möglichen fahrzeuggestützten Systemen für die Verkehrssicherheit in Deutschland im Gesamtkontext mit den europäischen Planungen „eCall“ vorbereitet [BAST 2005].

Daneben weisen die europäischen Aktivitäten zum Einsatz von Telematik und Telemedizin zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und generell die Entwicklungen im Bereich der Telemedizin darauf hin, dass zukünftig die Akzeptanz und Bedeutung von Telemedizin weiter zunehmen wird. Entsprechend ist davon auszugehen, dass gerade die Aktivitäten der Europäischen Kommission in Bezug auf das „eCall-System“ die Marktdurchdringung eines Telemedizinsystems fördern werden. Damit werden die Kosten langfristig gesenkt werden und letztendlich wird die Kosten-Wirksamkeit des Telemedizinsystems verbessert. Aufgrund dieser Überlegungen und Planungen in der EU erscheint die Entwicklung eines Telemedizinsystems in Deutschland, unabhängig von der zu wählenden Ausstattungsvariante nur realistisch, wenn ein europaweiter Einsatz beziehungsweise die Anbindung des Systems an die entsprechenden technischen und organisatorischen Strukturen möglich ist (Kapitel 1.4). Folglich wäre eine Lösung für Deutschland „nur“ eine Insellösung, die wahrscheinlich mittelfristig nicht erfolgreich sein würde und daher sollten bei der Konzeption und bei weiteren Untersuchungen die europäischen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden [Dierks 2002, S.212].

Langfristig ist zu erwarten, dass sich Telematik-Anwendungen in Pkws etablieren und beispielsweise entsprechende Bord-Computer in Pkws zur Standardausstattung gehören werden. Diese können zukünftig die Funktionalität der automatischen Unfallmeldung übernehmen und damit werden die Kosten für eine derartige Ausstattungsvariante deutlich sinken. Denkbar beziehungsweise bereits beobachtbar ist auch, dass Mobiltelefone zunehmend zusätzliche Funktionalitäten des „täglichen“ Lebens übernehmen. Diese können bei den entsprechenden technischen Weiterentwicklungen für die Anleitung von Laienhelfern bei Notfallsituationen eingesetzt werden beziehungsweise stellen ein wichtiges Bindeglied für telemedizinische Anwendungen dar.

Vorstellbar wäre allerdings auch, dass das beschriebene Telemedizinsystem mit dem Einsatzgebiet Verkehrsunfall nur ein erster Schritt hin zu einem System ist, dass für den alltäglichen Hausgebrauch geeignet ist. Mit unterschiedlichen Ausstattungsvarianten für bestimmte Risikogruppen beziehungsweise die Allgemeinheit könnte ein derartiges Telemedizinsystem zum vertrauten Hilfsmittel der Bevölkerung werden und dabei ist ein breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten vorstellbar [Dietel 2001, S.2ff.; Hufnagl 2000, S.801].

6 Zusammenfassung

Im Jahr 2002 versterben in Deutschland bei circa 2,3 Mio. polizeilich erfassten Verkehrsunfällen mehr als 6.800 Personen und mehr als 88.000 Personen erleiden schwere Verletzungen. Der volkswirtschaftliche Schaden durch Personenschäden beträgt im Jahr 2002 in Deutschland circa 17 Mrd. €.

Zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und damit zur Reduzierung der Getöteten und Schwerverletzten wird einerseits auf aktive und passive Sicherheitsmaßnahmen gesetzt, die Verkehrsunfälle vermeiden (zum Beispiel ABS) beziehungsweise die Unfallfolgen vermindern (zum Beispiel Airbag und Sicherheitsgurt) sollen. Andererseits gilt es, die Rettungskette aus „Erster Hilfe“, „Notfallmeldung“, „Organisiertem Rettungsdienst“ und „Krankenhaus“ zu optimieren. In Bezug auf die Verbesserung der präklinische Notfallrettung bei Verkehrsunfällen werden Telematik-beziehungsweise Telemedizin-Anwendungen als ein wesentlicher Ansatz gesehen, die Meldefrist und damit das therapiefreie Intervall zu verkürzen, das Meldebild und damit den Einsatz geeigneter Rettungsmittel zu verbessern und Laienhelfer bei Erste-Hilfe-Maßnahmen am Unfallort zu unterstützen und anzuleiten.

Im Rahmen einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse werden die Anwendungspotentiale eines in seinen Grundzügen konzipierten und festgelegten Telemedizin-systems für die präklinische Notfallrettung bei Verkehrsunfällen in Deutschland untersucht. Das Telemedizin-system besteht aus den beiden Systemkomponenten „Automatische Unfallmeldung“ zur Verkürzung des therapiefreien Intervalls und „Telemedizin für Laienhelfer“ zur Optimierung der Erste-Hilfe-Maßnahmen am Unfallort, die kombiniert als „Vollausstattung“ gestaltet werden können. Als Zeitraum werden zehn Jahre einbezogen und bis dahin wird eine 100%ige Marktdurchdringung angenommen. Im Mittelpunkt der Analyse steht einerseits die Kosten- und Nutzenermittlung und andererseits die Entwicklung von Ausgestaltungs- und Realisierungsempfehlungen für den Einsatz des Telemedizin-systems in Deutschland.

Die Untersuchungen zeigen, dass das Telemedizin-system die Zahl der Getöteten und Schwerverletzten bei Verkehrsunfällen reduzieren kann, dass damit aber auch je nach Ausstattungsvariante des Systems nicht unerhebliche Kosten auf die Gesellschaft beziehungsweise einzelne Interessengruppen zukommen. Insgesamt wird der Einsatz des Telemedizin-systems für Deutschland durchaus für realistisch und sinnvoll gehalten, wenn dieser entsprechend ausgestaltet wird und die notwendigen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Im Einzelnen werden die folgenden zentralen Fragestellungen geklärt (*Kapitel 2*):

- 1) Kann durch den Einsatz des Telemedizin-systems die Anzahl der Verkehrstoten in Deutschland reduziert beziehungsweise das medizinische Outcome von Unfallopfern verbessert werden? Und wenn ja, gibt es Nutzenunterschiede zwischen der Verkürzung des therapiefreien Intervalls und der Verbesserung der Laienhilfe beziehungsweise wie sieht das optimale Telemedizin-system aus medizinischer Sicht aus?

Die Zahl der Getöteten beziehungsweise Schwerverletzten bei Verkehrsunfällen in Deutschland kann durch den Einsatz des Telemedizinssystems reduziert werden. Im Basisergebnis („best guess scenario“) können auf der Grundlage nicht-diskontierter Barwerte je nach Ausstattungsvariante zwischen 40.964 („Automatische Unfallmeldung“) und 150.104 („Vollausstattung“) Lebensjahre gewonnen beziehungsweise zwischen 1.106 und 4.037 Getötete und zwischen 29.794 und 66.147 Schwerverletzte im Zeithorizont von zehn Jahren reduziert werden.

Tabelle 81: Barwert der Nutzenparameter (nicht-diskontiert) im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten; Basisergebnis

Nutzenparameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Gewonnene Lebensjahre	40.964	125.818	150.104
Reduzierung Getötete	1.106	3.383	4.037
Reduzierung Schwerverletzte	29.794	43.703	66.147

Die Systemkomponente „Automatische Unfallmeldung“ erzielt für die Nutzenparameter „Gewonnene Lebensjahr“ und „Reduzierung Getötete“ jeweils circa 33% und für den Nutzenparameter „Reduzierung Schwerverletzte“ circa 68% des Nutzenniveaus der Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ und schneidet damit im Vergleich deutlich schlechter ab. Aus der Sichtweise einer möglichen Nutzenmaximierung ist im Vergleich zu den beiden einzelnen Systemkomponenten allerdings die „Vollausstattung“ des Telemedizinssystems zu empfehlen, da hier die Nutzenpotentiale der beiden Systemkomponenten kombiniert werden und entsprechend für die jeweiligen Nutzenparameter das beste medizinische Outcome erzielbar ist.

2) Welche Kosten entstehen beim Einsatz des Telemedizinssystems und welche Kosteneinsparpotentiale stehen diesen gegenüber?

Beim Einsatz des Telemedizinssystems entstehen aus Sicht der Gesellschaft Kosten insbesondere aufgrund der Herstellung und des Betriebes des Systems. Kosteneinsparungen lassen sich durch die Reduzierung der Personenschäden und die Verbesserung der Rettungsdienststrukturen erzielen. So stehen für das erste Jahr des Einsatzes des Telemedizinssystems im Basisergebnis je nach Ausstattungsvariante Kosten in Höhe von circa 1,7-5,6 Mrd. € einem Einsparpotential von 67-179 Mio. € gegenüber. Beim Vergleich zwischen den Ausstattungsvarianten wird deutlich, dass die „Vollausstattung“ im Vergleich zur Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“ kaum Mehrkosten verursacht, jedoch ein deutlich höheres Einsparpotential erzielt.

Tabelle 82: Basisergebnis der Kostenparameter aus Gesellschaftssicht nach Ausstattungsvarianten im ersten Jahr

Gesellschaft	Parameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten	Systemkosten	1.657.920.000 €	5.549.280.000 €	5.569.300.000 €
Kosteneinsparungen	Personenschäden	65.697.048 €	131.672.920 €	177.632.971 €
	Strukturkosten	1.451.441 €	0 €	1.451.441 €

Für den Betrachtungszeitraum von zehn Jahren und der damit verbundenen 100%igen Marktdurchdringung ergeben sich zu kalkulierende Gesamtkosten zwischen 10,2-37,7 Mrd. €. Aufgrund des höheren Nutzen- und dem damit verbundenen Kosteneinsparpotentials ist die „Vollausstattung“ kostengünstiger als die Ausstattungsvariante „Telemedizin für Laienhelfer“.

Tabelle 83: Barwert der Kostenparameter (diskontiert) im zehnten Jahr nach Ausstattungsvarianten aus Gesellschaftssicht; Basisergebnis

Gesellschaft	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Kosten	10.158.128.768 €	37.665.608.243 €	35.953.427.596 €

3) Welchen Zusammenhang gibt es zwischen den Kosten und dem Nutzen des Telemedizinsystems?

Wie vorausgehend ausgeführt, bewirkt eine Steigerung des Nutzens des Telemedizinsystems beispielsweise durch technischen Fortschritt eine Senkung der Gesamtkosten aufgrund der Zunahme des Einsparpotentials durch die Reduzierung der Personenschäden. Der Nutzen wird nicht direkt durch die Kosten beeinflusst. Dieser ist neben den erzielbaren Nutzenpotentialen durch die Verkürzung des therapiefreien Intervalls und die Verbesserung der Laienhilfe maßgeblich von der Marktdurchdringung des Telemedizinsystems abhängig. Je schneller die Pkws in Deutschland mit dem System ausgestattet sind, desto schneller kann das gesamte Nutzenpotential des Telemedizinsystems ausgeschöpft werden.

Unabhängig von einem anzustrebenden Nutzenmaximum beziehungsweise Kostenminimum kann die Effizienz des Mitteleinsatzes anhand der Kosten-Wirksamkeits-Quotienten verglichen werden. Aus Sicht der Gesellschaft ist für das Basisergebnis die „Vollausstattung“ zu präferieren und diesbezüglich müssen für jedes gewonnene Lebensjahr 239.524 € aufgewendet werden. Die Krankenkassen, unterstellt, dass sie sich an den Kosten des Telemedizinsystems grundsätzlich beteiligen, werden im Rahmen der getroffenen Annahmen die Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ bevorzugen, da sie einerseits vor allem von einer Reduzierung der Schwerverletzten profitieren – eine

Reduzierung der Getöteten verursacht für die Krankenkassen deutliche Mehrkosten – und andererseits die Mittel mit dieser Systemkomponente am effizientesten eingesetzt werden.

Tabelle 84: Kosten-Wirksamkeits-Quotienten der Barwerte der Kosten- und Nutzenparameter im zehnten Jahr aus Sicht der Gesellschaft (Kosten pro gewonnenes Lebensjahr) und der Krankenkassen (Kosten pro reduzierten Getöteten beziehungsweise Schwerverletzten) nach Ausstattungsvarianten; Basisergebnis

Perspektive	Nutzenparameter	Automatische Unfallmeldung	Telemedizin für Laienhelfer	Vollausstattung
Gesellschaft	Gewonnene Lebensjahre	247.977 €	299.366 €	239.524 €
Krankenkassen	Reduzierung Getötete	2.092.714 €	2.454.285 €	2.014.226 €
	Reduzierung Schwerverletzte	77.651 €	189.955 €	122.930 €

- 4) Kann unter den gegebenen Rahmenbedingungen eine Entscheidung für die Entwicklung, Implementierung und Nutzung des Telemedizinsystems getroffen werden?

Die Untersuchung der Anwendungspotentiale des Einsatzes des Telemedizinsystems in der präklinischen Notfallrettung erfolgt ex-ante vor einer möglichen Einführung. Die Fragestellungen, die vor einer Realisierung geklärt sein müssen und die überwiegend generell für Telemedizin-Anwendungen gelten, sind unter anderem: Haftungs- und Datenschutzfragen, Vergütung der ärztlichen Leistung, organisatorische und technische Rahmenbedingungen.

Grundsätzlich wird das Telemedizinsystem in der Ausstattungsvariante „Automatische Unfallmeldung“ und in der „Vollausstattung“ für geeignet gehalten, bei Verkehrsunfällen effizient und wirksam die Anzahl der Getöteten und Schwerverletzten zu reduzieren. Darüber hinaus weisen die europäischen Aktivitäten zum Einsatz von Telematik und Telemedizin zur Verbesserung der Verkehrssicherheit darauf hin, dass die Akzeptanz und Bedeutung von Telemedizin weiter zunehmen wird. Allerdings ist aus Kostengesichtspunkten zunächst eine Entscheidung zu treffen, ob es im Vergleich zum Einsatz des Telemedizinsystems wirkungsvollere beziehungsweise kostengünstigere Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit gibt. Und erst im zweiten Schritt, nachdem sich das Telemedizinsystem diesem „Kosten-Wirksamkeits-Wettbewerb“ gestellt hat, kann auf der Grundlage eines definierten Budgets festgelegt werden, welche Ausstattungsvariante des Telemedizinsystems gegebenenfalls realisiert werden soll. Dabei sollte allerdings darauf geachtet werden, dass sich das Telemedizinsystem in eine europäische Rahmenarchitektur integrieren lässt.

5) Wie muss der Einsatz eines Telemedizinsystems ausgestaltet sein, damit dieses in Deutschland verwirklicht werden kann?

Der zentrale Ansatzpunkt für eine Realisierung des Telemedizinsystems wird in einer hohen und schnellen Marktdurchdringung gesehen. Ohne Berücksichtigung möglicher gesetzlicher Vorgaben zur Einführung kann dies am besten durch den Aufbau einer Netzwerk-Allianz erreicht werden. Alle Interessengruppen, die in irgendeiner Form vom Einsatz des Telemedizinsystems profitieren, müssen ihren Beitrag zur Einführung leisten und sicherstellen, dass das Telemedizinsystem zu einem „günstigen“ Marktpreis angeboten wird und somit eine rasche Marktdurchdringung erreichen kann.

Im Mittelpunkt steht dabei der Pkw-Halter als Endkunde, der als mögliches Unfallopfer direkt von der Anwendung des Telemedizinsystems profitieren wird und entsprechend einen Teil der Systemkosten und die monatlichen Benutzungsgebühren zu tragen hat. Daneben profitieren die Kostenträger der Verkehrsunfälle von einer Einführung und deren Einsparpotential im Bereich der Personenschäden und Strukturkosten kann für eine Teilsubventionierung der Systemkosten verwendet werden. Ebenso können die am Einsatz direkt beteiligten Dienstleistungsunternehmen wie beispielsweise Automobil-, Automobilzuliefer- und Medizintechnikindustrie, aber auch mögliche Netzwerkpartner wie Automobilclubs, die zusätzliche kostenpflichtige Services anbieten können, Kostenbeiträge beziehungsweise eine Teilsubventionierung leisten. Darüber hinaus ist eine Förderung durch den Staat in Analogie zur Kfz-Steuer bei schadstoffarmen Fahrzeugen denkbar. Marktfähige Preise werden dazu führen, dass die Marktdurchdringung steigt, damit werden die Preise weiter sinken, die Wirksamkeit des Telemedizinsystems wird aufgrund der Marktdurchdringung zunehmen und somit den Absatz des Systems weiter stimulieren und die Kosteneinsparpotentiale erhöhen.

Insgesamt wird mit der vorliegenden Arbeit – unter Einbeziehung der aktuellen gesundheitsökonomischen Verfahren – ein in sich geschlossenes methodisches Konzept zur gesundheitsökonomischen Evaluation des betrachteten Telemedizinsystems entwickelt und praxisnah angewendet, das den spezifischen Anforderungen von Telemedizin gerecht wird. Mit dieser Untersuchung wird der methodische Grundstein für weiterführende Analysen und die Erarbeitung von Umsetzungskonzeptionen gelegt, die eine kosteneffiziente Gestaltung eines möglichen Telemedizinsystems zur Verbesserung der präklinischen Notfallrettung bei Verkehrsunfällen in Deutschland ermöglichen und die Grundlagen für die Realisierung eines derartigen Systems schaffen.

Literaturverzeichnis

- Abele 2005:** Abele J, Kerlen C, Krueger S: Exploratory Study on the potential socio-economic impact of the introduction of Intelligent Safety Systems in Road Vehicles. VDI/ VDE Innovation + Technik GmbH; Teltow 2005
- AGNN 2004:** Vorstand der Arbeitsgemeinschaft in Norddeutschland tätiger Notärzte e.V. (AGNN): Positionspapier zur Zukunft des Notarztdienstes in Deutschland. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 2004, 7: 55-57
- AIDER 2002:** Deliverable D06.1 – Analysis of the cost/ benefit of the AIDER system. Accident Information Driver Emergency Rescue (AIDER): Project Number: IST-2000-28058; Report Preparation Date: 16. July 2002; 2002
- Altemeyer 2003:** Altemeyer KH, Schlechtriemen T, Reeb R: Rettungsdienst in Deutschland: Bestandsaufnahme und Perspektiven. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 2003, 6: 89-101
- Backhaus 2003:** Backhaus K, Erichson B, Plinke W et al.: Multivariate Analyseverfahren. Springer Verlag; Berlin 2003
- Backhaus 2004:** Backhaus K: Marketingorientiertes Technologiemanagement. Unveröffentlichte Vorlesungsunterlagen Wintersemester 2004/ 2005 des Instituts für Technologie und Management der Fakultät VIII – Wirtschaft und Management der Technische Universität Berlin; Berlin 2004
- Bahr 2001:** Bahr J, Panzer W, Klingler H: Herz-Lungen-Wiederbelebung durch Ersthelfer – Einige Ergebnisse und Folgen aus dem Göttinger Pilotprojekt. Georg Thieme Verlag: Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2001, 36: 573-579
- BAND 2004:** Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands (BAND) e.V.: Stellungnahme der BAND, DIVI und der Ständigen Konferenz für den Rettungsdienst zu Auswirkungen der DRG auf die präklinische Akutversorgung. Georg Thieme Verlag: Der Notarzt 2004, 20: 89
- Bartsch 1989:** Bartsch A, Schüttler J, Kulka P et al.: Laienhilfe im akuten Notfall – Erfahrungen aus 500 Notarzteinsätzen bei Trauma, akuter Erkrankung und Reanimation. Georg Thieme Verlag: Der Notarzt 1989, 5: 77-81
- BASt 2000:** Leistungen des Rettungsdienstes 1998/ 99. BASt Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 118; Bergisch Gladbach 2000
- BASt 2000A:** Entwicklung der Verkehrssicherheit und ihrer Determinanten bis zum Jahr 2010. BASt Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 120; Bergisch Gladbach 2000

- BAST 2005:** BAST Forschungsprogramm Straßenverkehrssicherheit, FE 82.294/2005: „Fahrzeuggestützte Notrufsysteme (eCall) für die Verkehrssicherheit in Deutschland“. Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes; BAST Bundesanstalt für Straßenwesen; Bergisch Gladbach 2005
- Baum 1999:** Baum H, Höhnscheid K-J: Volkswirtschaftliche Kosten der Personenschäden im Straßenverkehr. BAST Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 102; Bergisch Gladbach 1999
- Beach 2001:** Beach M, Miller P, Goodall I: Evaluating telemedicine in an accident and emergency setting. Elsevier Science Ireland Ltd. (Hrsg.): Computer Methods and Programs in Biomedicine 2001, 64: 215-223
- Behrendt 2003:** Behrendt H, Schmiedel R: Die aktuelle Infrastruktur des Rettungsdienstes in der Bundesrepublik Deutschland im zeitlichen Vergleich (Teil I). Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 2003, 6: 501-508
- Behrendt 2004:** Behrendt H, Schmiedel R: Die aktuellen Leistungen des Rettungsdienstes in der Bundesrepublik Deutschland im zeitlichen Vergleich (Teil II). Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 2004, 7: 59-70
- Bierhoff 1990:** Bierhoff HW, Klein R, Kramp P: Hemmschwellen zur Hilfeleistung – Untersuchung der Ursachen und Empfehlung von Maßnahmen zum Abbau. BAST Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Bericht zum Forschungsprojekt 8528/3; Bergisch Gladbach 1990
- Binder 2002:** Binder S, König M, Messemer J: Personenschäden: Kosten senken, Versorgungsqualität verbessern. McKinsey: McKinsey HEALTH 2002, 2: 42-49
- BMGS 2003:** Gesetzliche Krankenversicherung – Leistungsfälle und -tage 2002: Ergebnisse der GKV-Statistiken KG2/ 2002 und KG5/ 2002. Stand 30. September 2003; Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung (BMGS): Referat P22; 2003
- BMGS 2004:** Gesetzliche Krankenversicherung – Kennzahlen und Faustformeln: Tabelle KF03B und Blatt 1. Stand Oktober 2004; Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung (BMGS): Referat P25; 2004
- Brinkmann 2002:** Brinkmann H: Ist Wohlfahrt drin, wo Wohlfahrt draufsteht? Verlagsgesellschaft Stumpf & Kossendey; Edewecht 2002
- Büch 1998:** Büch E, Koch B: Wirtschaftlichkeit im Rettungsdienst. Effekte unterschiedlicher Organisationsmodelle; Kennzahlen für Leistungs- und Kostenvergleiche. Institut für Rettungsdienst des Deutschen Roten Kreuzes (Hrsg.): Schriftenreihe zum Rettungswesen Band 18; Nottuln 1998
- Buchfelder 1999:** Buchfelder M, Buchfelder A: Handbuch der Ersten Hilfe. F.K. Schattauer Verlagsgesellschaft; Stuttgart 1999
- Bur 2001:** Bur A, Kittler H, Sterz F et al.: Effects of bystander first aid, defibrillation and advanced life support on neurologic outcome and hospital costs in patients after ventricular fibrillation cardiac arrest. Springer Verlag: Intensive Care Med 2001, 27: 1474-1480

- Burchert 1998:** Burchert H: Ökonomische Evaluation von Telematik-Anwendungen im Gesundheitswesen und Schlussfolgerungen für ihre Implementierung. Matschke MJ (Hrsg.): Veröffentlichung des Lehrstuhls für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Betriebliche Finanzwirtschaft, insbesondere Unternehmensbewertung (Internet-Veröffentlichung Nr. 5) der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald; Greifswald 1998
- BVBW 2003:** Bericht des Bundesministeriums für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen über Maßnahmen auf dem Gebiet der Unfallverhütung im Straßenverkehr 2002 und 2003 – Unfallverhütungsbericht Straßenverkehr 2002/ 2003. Bundesministeriums für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen (BVBW); Berlin 2003
- Champion 1997:** Champion H, Augenstein JS, Cushing B et al.: Reducing Highway Deaths and Disabilities with Automatic Wireless Transmission of Serious Injury Probability Ratings from Crash Recorders to Emergency Medical Services Providers. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA); USA 1997: ohne Seitenangaben
- Champion 2004:** Champion H, Augenstein JS, Blatt AJ et al.: Automatic Crash Notification and the URGENCY Algorithm – Its History, Value, and Use. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.: Top Emerg Med 2004, Vol. 26, No. 2: 143-156
- Czornik 2002:** Czornik M: Versorgung von traumatischen Femurschaftfrakturen im Erwachsenenalter. Dissertation an der Fakultät für Medizin der TU München; München 2002
- Destatis 2004:** Sterbetafel 2001/ 2003 Deutschland. Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2004
- Destatis 2004A:** Erwerbspersonen und Erwerbsquoten für 2001-2003. Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2004; <http://www.destatis.de/basis/d/vgr/vgrtab10.php> (17. März 2005)
- Destatis 2005:** Polizeilich erfasst Verkehrsunfälle für 2001-2003. Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2005; <http://www.destatis.de/basis/d/verk/verktab8.php> (24. Februar 2005)
- Destatis 2005A:** Getötete Personen bei Verkehrsunfällen für 2001-2003. Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2005; <http://www.destatis.de/basis/d/verk/verktab6.php> (17. März 2005)
- Destatis 2005B:** Verletzte Personen bei Verkehrsunfällen für 2001-2003. Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2005; <http://www.destatis.de/basis/d/verk/verktab7.php> (17. März 2005)
- Destatis 2005C:** Die Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Einsatzaufkommen im öffentlichen Rettungsdienst nach Einsatzanlass Verkehrsunfall für 2000/ 2001. Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2005; <http://www.gbe-bund.de> (30. März 2005)
- Destatis 2005D:** Die Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Fehlfahrtenquote im öffentlichen Rettungsdienst 2000/ 2001. Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2005; <http://www.gbe-bund.de> (30. März 2005)
- Destatis 2005E:** Gesundheit – Ausgaben 1992 bis 2003. Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2005

- Destatis 2005F:** Verbraucherpreisindex für Deutschland 1992-2004 (Tabelle 71). Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2005
- Destatis 2005G:** Wichtige gesamtwirtschaftliche Größen: Bruttolöhne und -gehälter monatlich je Arbeitnehmer für 2002-2004. Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2005; <http://www.destatis.de/basis/d/vgr/vgrtab1.php> (18. März 2005)
- Dick 2003:** Dick WF: Maßnahmen durch Ersthelfer am Unfallort – wertvoll oder gefährlich? Springer Verlag: Wien Klin Wochenschr 2003; 115/19-20: 673-675
- Dierks 2001:** Dierks C, Feussner H, Wienke A: Rechtsfragen der Telemedizin. Dierks C, Feussner H, Wienke A (Hrsg.): MedR, Schriftenreihe Medizinrecht; Springer Verlag; Berlin 2001
- Dierks 2002:** Dierks C: Einheitliche rechtliche Rahmenbedingungen für die Telemedizin in Europa. In: Telemedizinführer Deutschland. Jäckel A (Hrsg.); Ober-Mörlen 2002: 212
- Dierks 2004:** Dierks C: Haftungs- und sozialrechtliche Aspekte. In: e-Health. Jähn K, Nagel E (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2004: 274-279
- Dietel 2000:** Dietel M, Hufnagl P: Arbeitspapier zur Telepathologie. Entwurf Version 2, Stand 8. Mai 2000; Berufsverband Deutscher Pathologen e.V.; 2000
- Dietel 2000A:** Dietel M, Dierks C, Hufnagl P et al.: Auto gegen Pferd – zur Schnellschnitt-Diagnostik per Telepathologie. Springer Verlag: Pathologe 2000, 21: 391-395
- Dietel 2001:** Dietel M, Hufnagl P, Schultz M: Möglichkeiten und Grenzen der Telemedizin – Die digitale Krankenakte. Forschung und Lehre: Ausgabe April 2001; Bonn 2001: ohne Seitenangaben
- Dodel 2002:** Dodel J-H: Transformation von Geschäftssystemen durch Nutzung von neuen Technologien am Beispiel Telematik. Präsentation Fallstudien 9. Januar 2002; Institut für Technologiemanagement der Universität St. Gallen (Hrsg.); St. Gallen 2002
- Donner-Banzhoff 1999:** Donner-Banzhoff N, Schuster C, Hofmann S et al.: Notfallversorgung durch Ersthelfer – Epidemiologie und Versorgungs-Qualität in einer ländlichen Region. Georg Thieme Verlag: Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 1999, 34: 145-150
- E-MERGE 2002:** E-MERGE WP 2 Results – Country: Germany; Stand 07.06.2002; GME/ OnStar Europe; <http://www.gstforum.org> (15. April 2005)
- E-MERGE 2004:** E-MERGE Final Report Version 1.0; Stand June 2004; ERTICO – ITS Europe; <http://www.gstforum.org> (15. April 2005)
- Europäische Kommission 2003:** Halbierung der Zahl der Unfallopfer im Straßenverkehr in der Europäischen Union bis 2010: eine gemeinsame Aufgabe. Mitteilung der Kommission KOM (2003) 311 endgültig; Kommission der Europäischen Gemeinschaft; Brüssel 2003

- Färber 1999:** Färber Be, Färber Br: Telematik-Systeme und Verkehrssicherheit. BASt Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 104; Bergisch Gladbach 1999
- FAT 1981:** Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr – Ergebnisse einer Nutzen/ Kosten-Analyse von ausgewählten Maßnahmen. FAT Forschungsvereinigung Automobiltechnik (Hrsg.): Schriftenreihe Nr. 19; Frankfurt am Main 1981
- Feussner 2003:** Feussner H, Ricke J, Hufnagl P et al.: Telemedizinische Visionen. Springer Verlag: Onkologe 2003, 9: 48-51
- Fischer 2001:** Fischer M, Krafft T: Vergleich europäischer Rettungsdienstsyste: Birmingham – Bonn. Georg Thieme Verlag: Der Notarzt 2001, 17, Sonderheft 1: S55-S56
- Fischer 2004:** Fischer M, Krep H, Wierich D et al.: Effektivitäts- und Effizienzvergleich der Rettungsdienstsyste in Birmingham (UK) und Bonn (D). Georg Thieme Verlag: Der Notarzt 2004, 20: 51-63
- FwBenGebO 2004:** Feuerwehrbenutzungsgebührenordnung (FwBenGebO) in der Fassung vom 12.07.2004 – GVBl. vom 20.07.2004 Seite 286 Nr. 29 in Kraft gesetzt mit dem 21.07.2004; Anlage 2 zum Rundschreiben FI EW Nr. 15/ 2004; Berlin 2004
- Gallagher 2005:** Gallagher EJ, Lombardi G, Gennis P: Effectiveness of Bystander Cardiopulmonary Resuscitation and Survival Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest. JAMA 1995; 274: 1922-1925
- Gemünden 2005:** Gemünden HG, Schultz C: Erfolgreiche Geschäftsmodelle telemedizinischer Dienstleistungen. Ergebnispräsentation des BMBF-Projektes des Lehrstuhls für Technologie- und Innovationsmanagement der TU Berlin; Berlin 2005: ohne Seitenangaben
- Greiner 1999:** Greiner W: Ökonomische Evaluationen von Gesundheitsleistungen. Gäfgen G, Oberender P (Hrsg.): Gesundheitsökonomische Beiträge Band 31, Nomos Verlagsgesellschaft; Baden-Baden 1999
- Greiner 2002:** Greiner W: Die Berechnung von Kosten und Nutzen im Gesundheitswesen. In: Gesundheitsökonomische Evaluationen. Studienausgabe; Schöffski O, Schulenburg JMvd (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2002: 159-173
- Greiner 2002A:** Greiner W, Schöffski O: Grundprinzipien einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung. In: Gesundheitsökonomische Evaluationen. Studienausgabe; Schöffski O, Schulenburg JMvd (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2002: 205-229
- Groeneveld 2005:** Groeneveld P, Owens DK: Cost-effectiveness of training unselected laypersons in cardiopulmonary resuscitation and defibrillation. Elsevier Inc.: The American Journal of Medicine 2005, 118: 58-67
- Gründel 2003:** Gründel M: Die Vergütung telemedizinischer Leistungen im deutschen Gesundheitssystem. In: Telemedizinführer Deutschland. Jäckel A (Hrsg.); Ober-Mörlen 2003: 26-29

- Hakkert 2005:** Hakkert S, Wesemann P: The use of efficiency assessment tools: solutions to barriers – Workpackage 3 of the European research project ROSEBUD. R-2005-2; SWOV Institute for Road Safety Research (Hrsg.); Leidschendam/ Niederlande 2005
- Harms 2003:** Harms D-H: Unfalldatenspeicher (UDS) als möglicher Beitrag zur Verkehrssicherheit im Meinungsbild Jugendlicher und Heranwachsender. Dissertation von der Gemeinsamen Naturwissenschaftlichen Fakultät der TU Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig; Braunschweig 2003
- Hauß 2000:** Hauß Y, Timpe K-P: Automatisierung und Unterstützung im Mensch-Maschine-System. In: Mensch-Maschine-Systemtechnik – Konzepte, Modellierung, Gestaltung, Evaluation. Timpe K-P, Jürgensohn T, Kolrep H (Hrsg.); Symposion Publishing GmbH; Düsseldorf 2000: 41-62
- Heckenstaller 2003:** Heckenstaller H: Zur Finanzierung der Telematik durch die gesetzlichen Krankenkassen. In: Telemedizinführer Deutschland. Jäckel A (Hrsg.); Ober-Mörlen 2003: 39-41
- Hensel 2003:** Hensel K, Schultz C, Gemünden HG: Markteintrittsstrategien und Netzwerkmanagement als kritische Erfolgsfaktoren telemedizinischer Dienstleistungen – erste empirische Bestätigungen. In: Telemedizinführer Deutschland. Jäckel A (Hrsg.); Ober-Mörlen 2003: 30-35
- Hessel 1999:** Hessel F, Kohlmann T, Krauth C et al.: Gesundheitsökonomische Evaluationen der Rehabilitation. Teil I: Prinzipien und Empfehlungen für die Leistungserfassung. AG Reha-Ökonomie im Förderschwerpunkt Rehabilitationswissenschaften: DRV-Schriften Verband Deutscher Rentenversicherungsträger; Frankfurt 1999
- Hinkelbein 2004:** Hinkelbein J, Gröschel J, Krieter H: Zeitpunkte und Zeitabschnitte zur Beschreibung der Struktur- und Prozessqualität im organisatorischen Rettungsablauf. Georg Thieme Verlag: Der Notarzt 2004, 20: 125-132
- Hoffmann 2002:** Hoffmann C, Schöffski O, Schulenburg JMvd: Die Standardisierung der Methodik im In- und Ausland. In: Gesundheitsökonomische Evaluationen. Studienausgabe; Schöffski O, Schulenburg JMvd (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2002: 421-470
- Höher 1998:** Höher M, Hombach V: Klinische und ökonomische Kosten-Nutzen-Relation bei der Behandlung von Patienten mit koronarer Herzerkrankung. Steinkopff Verlag: Z Kardiologie 1998, 87, Suppl 2: 8-19
- Höhnscheid 2002:** Höhnscheid K-J, Straube M: Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland 2000. BAST Bundesanstalt für Straßenwesen: Info 12/02; <http://www.bast.de/htdocs/veroeffentlichung/bastinfo/info2002/info1202.htm> (7. April 2004)
- Höhnscheid 2004:** Höhnscheid K-J, Straube M: Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland 2002. BAST Bundesanstalt für Straßenwesen: Info 4/04; <http://www.bast.de/htdocs/veroeffentlichung/bastinfo/info2004/info0404.htm> (3. Februar 2005)

- Hufnagl 2000:** Hufnagl P, Nguyen-Dobinsky T-N: Telemedizin – Revolution im Gesundheitswesen – oder nur eine weitere Drehung der Kostenspirale? In: Wie krank ist unser Gesundheitswesen? Das Gesundheitswesen in Deutschland und Europa an der Schwelle zum 21. Jahrhundert. Heiß G (Hrsg.); Thomas Merz Verlag, Mainz 2000: 764-809
- Hufnagl 2003:** Hufnagl P, Schrader T, Saeger K et. al.: Telepathologie. Springer Verlag: Onkologe 2003, 9: 29-36
- Hufnagl 2004:** Hufnagl P, Dietel M: Teleconsulting international. In: e-Health. Jähn K, Nagel E (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2004: 48-54
- Institut für Wirtschaftsgeographie 1997:** Rettungsdienst in Nordrhein-Westfalen – Abschlussbericht (1997). Institut für Wirtschaftsgeographie der Universität Bonn: Abschlussbericht zum Forschungsprojekt PN 06536 – NRW I; Bonn 1997
- Issing 2005:** Issing M: Telematik und Telemedizin zur Verbesserung der präklinischen Notfallversorgung nach Straßenverkehrsunfällen. Unveröffentlichte Dissertation am Institut für Pathologie der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin; Berlin 2005
- Jäckel 2004:** Jäckel A: Chancen für eine Telematikplattform. In: e-Health. Jähn K, Nagel E (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2004: 7-10
- Kanianthra 2000:** Kanianthra J, Carter A, Preziotti G: Enhancing Post-Crash Vehicle Safety through an Automatic Collision Notification System. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA): Paper 175; USA 2000
- Kanz 2002:** Kanz K-G, Linsenmaier U, Pfeifer K-J et al.: Standardisierte Bewertung von Unfallverletzten: Anforderung an die bildgebende Diagnostik. Springer Verlag: Radiologe 2002, 42: 515-521
- Keggenhoff 2003:** Keggenhoff F: Handbuch zur Ersten Hilfe. DRK-Service GmbH; Bad Honnef 2003
- Kellermann 1989:** Kellermann AL, Hackman BB, Somes G: Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation – Validation of Efficacy. American Heart Association, Inc.: Circulation 1989, 80: 1231-1239
- Kill 2004:** Kill C, Andrä-Welker M: Referenzdatenbank Rettungsdienst Deutschland. BAST Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 163; Bergisch Gladbach 2004
- Köhler 2004:** Köhler F, Fotuhi P, Dietel M et al.: Gesundheitstelematik/ Telemedizin in der Republik Estland. Georg Thieme Verlag: Dtsch Med Wochenschr 2004, 129: S17-S20
- Koppenberg 2002:** Koppenberg J, Briggs SM, Wedel SK et al.: Das amerikanische Notfallwesen – „emergency medical service“ und „emergency room“. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 2002, 5: 598-605

- Kraftfahrt-Bundesamt 2005:** Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern 1970 bis 2004 nach Fahrzeugarten. Kraftfahrt-Bundesamt; Flensburg 2005; <http://www.kba.de> (24. Februar 2005)
- Kraftfahrt-Bundesamt 2005A:** Neuzulassungen an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern 1970 bis 2004 nach Fahrzeugarten. Kraftfahrt-Bundesamt; Flensburg 2005; <http://www.kba.de> (24. Februar 2005)
- Krauth 1999:** Krauth C, Rieger J, Schwartz FW: Ökonomische Analyse der Rettungsdienste: Kosten, Effizienz und Systembedingungen. In: Public-Health-Forschung in Deutschland. Deutsche Gesellschaft für Public Health (Hrsg.); Verlag Hans Huber; Bern 1999: 407-412
- Lackner 2003:** Lackner CK: Das Rettungswesen im Gutachten 2003 des Sachverständigenrates. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 2003, 6: 154-174
- Leidl 2003:** Leidl R: Der Effizienz auf der Spur: Eine Einführung in die ökonomische Evaluation. In: Das Public Health Buch. Schwartz FW, Badura B, Busse R et al. (Hrsg.); Urban & Fischer; München-Jena 2003: ohne Seitenangaben
- Mauritz 2003:** Mauritz W, Pelinka LE, Kaff A et al.: Maßnahmen durch Ersthelfer am Unfallort – Eine prospektive epidemiologische Studie im Raum Wien. Springer Verlag: Wien Klin Wochenschr 2003, 115/ 19-20: 698-704
- MUVBW 1996:** Telematik im Verkehr – Regionales Verkehrsmanagement Stuttgart. Das STORM Projekt – Verkehrswissenschaftliche Bewertung. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (MUVBW) (Hrsg.); Schriftenreihe der Straßenbauverwaltung, Heft 7; Stuttgart 1996
- Nicodemus 2004:** Nicodemus S: Unfallgeschehen im Straßenverkehr 2003. Presseexemplar; Statistisches Bundesamt (Hrsg.); Wiesbaden 2004
- Niklas 1970:** Niklas J: Nutzen/ Kosten-Analysen von Sicherheitsprogrammen im Bereich des Straßenverkehrs. Verband der Automobilindustrie (Hrsg.); Schriftenreihe des Verbandes der Automobilindustrie (VDA), Nr. 7; Frankfurt am Main 1970
- Nyberg 2000:** Nyberg E, Mayer M, Frommberger U: Erleben der präklinischen Versorgung nach einem Verkehrsunfall. BAST Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.); Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 117; Bergisch Gladbach 2000
- Oberender 1991:** Oberender P: Kosten-Nutzen-Analyse der medikamentösen Angina-Pectoris-Prophylaxe in der Bundesrepublik Deutschland. In: Evaluation gesundheitspolitischer Maßnahmen. Oberender P, Gäfgen G (Hrsg.); Gesundheitsökonomische Beiträge Band 10, Nomos Verlagsgesellschaft; Baden-Baden 1991: 143-166
- OECD 2004:** OECD Health Data 2004 – Frequently Requested Data: Total expenditure on health. OECD (Hrsg.); OECD Health Data 2004, 3rd edition; Paris 2004; <http://www.oecd.org> (15. März 2005)
- Pell 2001:** Pell JP, Sirel JM, Marsden AK et al.: Effect of reducing ambulance response times on deaths from out of hospital cardiac arrest: cohort study. BMJ 2001, 322: 1385-1388

- Perleth 1998:** Perleth M, Antes G: Evidenz-basierte Medizin – Wissenschaft im Praxisalltag. Perleth M, Antes G (Hrsg.); MMV Medizin Verlag; München 1998
- Perleth 2003:** Perleth M: Evidenzbasierte Entscheidungsunterstützung im Gesundheitswesen. Verlag für Wissenschaft und Kultur (Wiku-Verlag) Dr. Stein; Berlin 2003
- Perleth 2004:** Perleth M, Busse R: Health Technology Assessment (HTA) – Teil und Methode der Versorgungsforschung. Georg Thieme Verlag: Gesundh ökon Qual manag 2004, 9: 172-176
- Pietzsch 2001:** Pietzsch JB, Gemünden HG, Bolz A: Erfolgsfaktoren bundesdeutscher Telemedizinprojekte. In: Telemedizinführer Deutschland. Jäckel A. (Hrsg.); Bad Nauheim 2001: 49-52
- Puhan 1994:** Puhan T: Nachalarmierung von Notärzten im Rettungsdienst – Gründe und Häufigkeit. BASt Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 26; Bergisch Gladbach 1994
- Rea 2001:** Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL et al.: Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation and Survival in Cardiac Arrest. American Heart Association, Inc.: Circulation 2001, 104: 2513-2516
- Rebscher 1996:** Rebscher H, Stillfried DGv: Richtlinien für ökonomische Evaluationsstudien im Gesundheitswesen? Eine wettbewerbsorientierte Analyse aus Sicht der Krankenkassen. In: Möglichkeiten und Grenzen der ökonomischen Evaluation im Gesundheitswesen. Oberender P (Hrsg.): Gesundheitsökonomische Beiträge Band 25, Nomos Verlagsgesellschaft; Baden-Baden 1996: 23-42
- Rettungsdienstgesetz NRW:** Rettungsdienstgesetz Nordrhein-Westfalen: Gesetz über den Rettungsdienst sowie die Notfallrettung und den Krankentransport durch Unternehmen; Stand 24. November 1992 mit Änderungen des Artikelgesetzes vom 13. Juli 1999; 1999
- Roland Berger 1997:** Telematik im Gesundheitswesen – Perspektiven der Telemedizin in Deutschland. Studie für Bundesministerium für Bildung Wissenschaft, Forschung und Technologie und Bundesministerium für Gesundheit; Roland Berger & Partner GmbH; München 1997
- Schächinger 1999:** Schächinger U, Stieglitz SP, Kretschmer R et al.: Telemedizin und Telematik in der Notfallmedizin. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 1999, 2: 468-477
- Schäfer 2001:** Schäfer S, Pohl-Meuten U: Erste-Hilfe-Kenntnisse in der Bevölkerung – Repräsentative Bevölkerungsbefragung 1993 und 2000. Institut für Rettungsdienst des Deutschen Roten Kreuzes (Hrsg.): Schriftenreihe zum Rettungswesen Band 25; Nottuln 2001
- Schlechtriemen 2000:** Schlechtriemen T, Altemeyer KH: Primat in der Notfallmedizin – Zeitdefinitionen im Rettungsdienst. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 2000, 3: 375-380
- Schlechtriemen 2003:** Schlechtriemen T, Lackner C-K, Moecke H et al.: Sicherung der flächendeckenden Notfallversorgung: notwendige Strukturverbesserungen. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 2003, 6: 419-426

- Schmidt 2001:** Schmidt V, Striebel W, Hufnagl P et al.: MedStage – Eine Internet-basierte Plattform für telemedizinische Anwendungen. In: Telemedizinführer Deutschland. Jäckel A. (Hrsg.); Bad Nauheim 2001: 352-355
- Schmiedel 1999:** Schmiedel R, Betzler E: Ökonomische Rahmenbedingungen im Rettungsdienst. Teil I – Zum Begriff der Wirtschaftlichkeit im Rettungsdienst. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 1999, 2: 35-38
- Schmiedel 1999A:** Schmiedel R, Betzler E: Ökonomische Rahmenbedingungen im Rettungsdienst. Teil II – Kostenstruktur im Rettungsdienst. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 1999, 2: 101-104
- Schmiedel 1999B:** Schmiedel R, Betzler E: Ökonomische Rahmenbedingungen im Rettungsdienst. Teil III – Finanzierungsstruktur im Rettungsdienst. Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 1999, 2: 171-174
- Schmiedel 2002:** Schmiedel R, Moecke H, Behrendt H: Optimierung von Rettungsdiensteinsätzen – Praktische und ökonomische Konsequenzen. BAST Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 140; Bergisch Gladbach 2002
- Schmiedel 2002A:** Schmiedel R, Behrendt H: Leistungen des Rettungsdienstes 2000/01. BAST Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 147; Bergisch Gladbach 2002
- Schöffski 2002:** Schöffski O, Claes C: Die Datenherkunft als Hauptdeterminante des Studiendesigns. In: Gesundheitsökonomische Evaluationen. Studienausgabe; Schöffski O, Schulenburg JMvd (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2002: 51-56
- Schöffski 2002A:** Schöffski O, Über A: Grundformen gesundheitsökonomischer Evaluationen. In: Gesundheitsökonomische Evaluationen. Studienausgabe; Schöffski O, Schulenburg JMvd (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2002: 175-203
- Schöffski 2002B:** Schöffski O, Greiner W: Das QALY-Konzept zur Verknüpfung von Lebensqualitätseffekten mit ökonomischen Daten. In: Gesundheitsökonomische Evaluationen. Studienausgabe; Schöffski O, Schulenburg JMvd (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2002: 367-399
- Schulenburg 1995:** Schulenburg JMvd, Über A, Köhler M et al.: Ökonomische Evaluation telemedizinischer Projekte und Anwendungen. Nomos Verlagsgesellschaft: Gesundheitsökonomische Beiträge Band 25; Baden-Baden 1995
- Schwermann 2003:** Schwermann T, Pape HC, Grotz M et al.: Einflussfaktoren auf die Überlebenswahrscheinlichkeit beim Polytrauma. Georg Thieme Verlag: Gesund ökon Qual Manag 2003, 8: 285-289
- Sefrin 1985:** Sefrin P: Überlebenschancen des Notfallpatienten. Fortschritte der Medizin 1985, 103. Jg., Nr.11: 290-294

- Sefrin 1998:** Sefrin P, Koppenberg J: Treffgenauigkeit des Notrufes. Georg Thieme Verlag: Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 1998, 33: 653-660
- SGB:** Sozialgesetzbuch (SGB), 31. Auflage, Stand: 4. März 2004; Deutscher Taschenbuch Verlag; München 2004
- Siebert 2002:** Siebert U, Mühlberger N, Schöffski O: Desk Research. In: Gesundheitsökonomische Evaluationen. Studienausgabe; Schöffski O, Schulenburg JMvd (Hrsg.); Springer Verlag; Berlin 2002: 79-122
- Smentek 1997:** Smentek U, Garms-Homolová V: Verbesserung der Kommunikation bei der Notfallmeldung. BASt Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen – Mensch und Sicherheit Heft M 75; Bergisch Gladbach 1997
- Steffens 2005:** Steffens C, Auerbach H: Identifikation von Interessengruppen und deren Interessenlagen für die Optimierung der präklinischen Notfallversorgung bei Straßenverkehrsunfällen durch den Einsatz eines Telemedizinssystems für Verkehrsteilnehmer. Unveröffentlichter Abschlussbericht einer Projektarbeit im Rahmen der Lehrveranstaltung Systemtechnik WS 04/05 am Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme des Institutes für Psychologie und Arbeitswissenschaften der TU Berlin; Berlin 2005
- Steyer 2005:** Steyer G, Tolxdorff T: bit for bit – Halbzeit auf dem Weg zur Telematikinfrastruktur. In: Nationales Forum zur Telematik für die Gesundheit – TELEMED 2005. Steyer G, Tolxdorff T (Hrsg.); Akademische Verlagsgesellschaft Aka GmbH; Berlin 2005
- Stratmann 2004:** Stratmann D, Sefrin P, Wirtz S et al.: Stellungnahme zu aktuellen Problemen des Rettungsdienstes. Stellungnahme vom 11. April 2004; Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands (BAND) e.V.; 2004
- StVUnfStatG 2004:** Straßenverkehrsunfallstatistikgesetz (StVUnfStatG) vom 15. Juni 1990. Stand 27. September 2004; Statistisches Bundesamt; Wiesbaden 2004
- Szucs 2003:** Szucs TD, Cathomas G, Kleber FX: Die Kosteneffektivität von Amlodipinbesilat in der Behandlung der Koronaren Atherosklerose in Deutschland. Georg Thieme Verlag: Gesundh ökon Qual manag 2003, 8: 244-249
- Szucs 2004:** Szucs TD, Klose G, Düsing R: Kosteneffektivität von Atorvastatin zur Prävention der koronaren Herzkrankheit – Eine Analyse der ASCOT Studie. Georg Thieme Verlag: Dtsch Med Wochenschr 2004, 129: 1420-1424
- Thierbach 2004:** Thierbach AR, Pelinka LE, Reuter S et al.: Comparison of bystander trauma care for moderate versus severe injury. Elsevier Irland Ltd.: Resuscitation 60, 2004: 271-277
- Walshe 1998:** Walshe R, Diehl V: Ökonomische Evaluationen im Rahmen klinischer Studien. Springer Verlag: Internist 1998, 39: 943-954

Wasem 1999: Wasem J: Zur Relevanz der Leitlinien des Washington Panels für die gesundheitsökonomische Evaluation in Deutschland. In: Ansätze und Methoden der ökonomischen Evaluation – eine internationale Perspektive. Leidl R, Schulenburg JMvd, Wasem J (Hrsg.): Band 9; Nomos Verlagsgesellschaft; Baden-Baden 1999: 123-128

Wenzel 2001: Wenzel V, Dörge V, Lindner KH: Spontanatmung – Schnappatmung – Beatmung? Springer Verlag: Notfall & Rettungsmedizin 2001, 4: 557-571

Erklärung über Selbständigkeit

„Ich, Holger Auerbach, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema *Gesundheitsökonomische Evaluation eines Telemedizinssystems für die präklinische Notfallrettung bei Verkehrsunfällen in Deutschland* selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, 17. August 2005

Holger Auerbach